ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Vol. III

Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Structure des péricarpes et des spermodermes, par H. Lonay.

Recherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées, par J. Goffart.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES
DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1901

CONTRIBUTION

A

L'ANATOMIE DES RENONCULACÉES

STRUCTURE

DES PÉRICARPES ET DES SPERMODERMES

PAR

Hyacinthe LONAY

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES,
ASSISTANT DE BOTANIQUE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE,
LAURÉAT DU CONCOURS UNIVERSITAIRE,
LAURÉAT DE L'ASSOCIATION BELGE DES CHIMISTES,
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE BOTANIQUE DE BELGIQUE,
DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE LIÉGE, ETC.

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége*,
3e série, t. III, 1900.)

INTRODUCTION

L'étude anatomique des Renonculacées a attiré l'attention de plusieurs botanistes, parmi lesquels il convient de citer Meyer, Marié et Vesque. Considérant la plante adulte dans ses organes végétatifs, ces savants ont fait d'intéressantes observations en pratiquant des coupes en des endroits plus ou moins déterminés.

Au point de vue de l'anatomie générale, comme aussi au point de vue des applications à la classification naturelle, l'observation de la structure doit être étendue à toute la plante, à toutes les phases de son développement. C'est ce que M. Éd. Nihoul comprit en poursuivant ses recherches sur le *Ranunculus arvensis* (1).

MM. Lenfant (2), Mansion (3) et Sterckx (4), s'inspirant des mêmes idées, ont soumis à des recherches approfondies les genres *Delphinium, Thalictrum, Clematis* et *Atragene*. Récemment encore, M. Sterckx (5) s'est occupé de l'étude des plantules des Renonculacées, réalisée d'une façon comparative et étendue au plus grand nombre d'espèces possible. Je suis cet exemple en

(1) *Contribution à l'étude anatomique des Renonculacées.* — Le *Ranunculus arvensis* L., par Éd. Nihoul. (Mémoires cour. et des savants étrang. publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique, 1891, t. LII, in-4°.)

(2) *Contribution à l'anatomie des Renonculacées.* — Le genre *Delphinium*, par C. Lenfant. (Mémoires de la Société royale des sciences de Liége, 2e sér., t. XIX.)

(3) *Id.* — Le genre *Thalictrum*, par A. Mansion. (Ibid., t. XX.)

(4) *Id.* — Le genre *Clematis*, par R. Sterckx. (Ibid., t. XX.)

(5) R. Sterckx, *Recherches anatomiques sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées.* (Mémoires de la Société royale des sciences de Liége, 1899, 3e sér., t. II.)

continuant l'œuvre collective par l'étude des péricarpes et des spermodermes dans cette famille de plantes.

Mes recherches ont été faites à un double point de vue :

1° Au point de vue de l'anatomie générale, c'est-à-dire dans le but de bien établir, non seulement la structure des téguments à l'état adulte, mais encore aux diverses phases de leur développement. Les parois de l'ovaire et les téguments de l'ovule subissent effectivement des modifications souvent profondes après la fécondation. Plusieurs tissus ou assises de tissus se différencient extrêmement, d'autres s'écrasent ou se résorbent au point de disparaître par la suite.

2° Au point de vue de la phytographie, de manière à rechercher l'existence de caractères communs à la famille, ainsi que des caractères propres à distinguer les genres et les espèces; car il est vrai de dire, avec Vesque [1], que, dans la classification, une part importante doit être attribuée aux caractères anatomiques. L'auteur dit notamment : « Les Renonculacées sont remarquables par la variabilité que l'ovule présente sous le rapport du nombre des téguments... ». Et après avoir étudié les téguments séminaux et les péricarpes de plusieurs Clématidées, Anémonées et Renonculées, Vesque est arrivé à cette conviction, que « cette étude doit être faite complètement, espèce à espèce ». Il ajoute : « la définition des genres et des espèces y gagnera beaucoup [2] ».

C'est à peu près dans le même sens que s'exprime Alph. De Candolle quand il expose ses *desiderata* [3] :

« 1° Étudier les faits anatomiques d'espèce en espèce dans un

[1] VESQUE, *Des caractères anatomiques dans la classification*. (BULL. SOC. BOT. DE FRANCE, t. XXXVI. Actes du Congrès de Paris [1re partie], 1889.)

[2] VESQUE, *loc. cit.*, p. LVII.

[3] ALPH. DE CANDOLLE, *La phytographie*, p. 232. Paris, 1880.

» même genre, ensuite de genre en genre, de famille en famille, » de cohorte en cohorte.

» 2° Rechercher pour cela et pour l'exactitude des noms, les » grands herbiers, surtout les parties de ces herbiers qui sont » en bon ordre, et les grandes bibliothèques botaniques.

» 3° Rapprocher les descriptions des formes linnéennes de » style, usitées déjà pour l'anatomie des Cryptogames.

» 4° Ne pas multiplier sans nécessité les noms d'organes et » surtout ne pas remplacer un mot existant, même médiocre, » tiré du grec ou du latin, par un nom nouveau.

» 5° Rédiger les mémoires avec des divisions claires, des » résumés et des index, de manière à faciliter les recherches » d'un auteur à l'autre. »

En somme, la morphologie interne des organes offre des faits qui, joints aux diagnoses employées jusqu'à présent, contribueront à consolider les groupes naturels déjà établis, et permettront sans doute de corriger ce que certaines divisions présentent encore d'artificiel.

Des botanistes se sont déjà occupés de l'étude des spermodermes à l'un ou à l'autre des deux points de vue rappelés ci-dessus.

Ainsi M. Sempolowski (1) étudia quelques graines appartenant aux familles des Linées, des Papilionacées et des Crucifères.

MM. Strandmark (2) et Lohde (3) ont analysé des graines appartenant à diverses familles.

(1) Sempolowski, *Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschale.* Inaugural-Dissertation. Leipzig, 1874.

(2) Strandmark, Joh.-Edr., *Bidrag till kännedomen om fröskalets byggnad.* Dissertation. Lund, 1874.

(3) Lohde, *Entwickelungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen.* Dissertation. Leipzig, 1874.

M. Chatin ([1]) s'occupa des Scrofularinées, des Solanées, des Borraginées et des Labiées.

M. Chalon ([2]) s'en tint aux Légumineuses.

Un grand nombre de spermodermes, appartenant aux familles les plus diverses, firent l'objet d'un travail de M. J. Godfrin ([3]).

En 1881, M. Lotar ([4]) publia une thèse remarquable, dont une partie est réservée aux téguments séminaux des Cucurbitacées.

M. Harz ([5]), en traitant des graines d'espèces champêtres, a décrit assez exactement les spermodermes des principales d'entre elles.

A côté de ces ouvrages spécialement consacrés à l'histologie du spermoderme, parurent d'autres travaux où quelques graines ne furent étudiées qu'accidentellement; à titre d'exemples, nous citerons, entre beaucoup d'autres auteurs, M. Le Monnier ([6]), M. Tschirch ([7]), et surtout M. C.-Eg. Bertrand ([8]), qui a donné, par quelques exemples, des indications générales sur la méthode à suivre dans ce genre de recherches; il a montré aussi l'incon-

([1]) J. Chatin, *Études sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées, les Solanées, les Borraginées et les Labiées.* (Ann. des Sc. nat., 3e sér., t. XIX, 1874.)

([2]) J. Chalon, *La graine des Légumineuses.* Mons, 1875.

([3]) J. Godfrin, *Études histologiques sur les téguments séminaux des Angiospermes.* Nancy, 1880.

([4]) H.-A. Lotar, *Essai sur l'anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées.* Lille, 1881.

([5]) Harz, *Landwirthschaftliche Samenkunde.* Berlin, 1885.

([6]) Le Monnier, *Recherches sur la nervation de la graine.* (Ann. Sc. nat., 5e sér., t. XVI, 1872.)

([7]) Tschirch, *Angewandte Pflanzenanatomie.* Vienne et Leipzig, 1889.

([8]) Bertrand, *Traité de Botanique.* (Archives botaniques du Nord de la France. Lille, 1881, pp. 23 et 44.)

vénient de l'usage des termes *testa* et *tegmen* employés dans la plupart des travaux sur les enveloppes de la graine.

A part MM. Lohde, Chatin et Lotar, les botanistes précités se sont occupés plus particulièrement du spermoderme de graines prises à l'état adulte, sans s'enquérir de l'origine des diverses parties constitutives. Pour connaître cette origine, il faut suivre pas à pas le développement de l'ovule en graine.

M. Brandza ([1]) le comprit, mais ne sut pas éviter plusieurs erreurs, comme l'a montré clairement M. Guignard ([2]) qui, lui, a suivi, de façon si heureuse, le développement histologique des téguments dans différentes familles de graines exalbuminées.

Tels sont les principaux ouvrages traitant des téguments séminaux. Il en est bien d'autres, certes, mais qui, pour la plupart, ont été faits par des analystes qui recherchaient un moyen quelque peu empirique de déceler des falsifications.

Dans les présentes recherches, j'ai cru devoir étudier d'abord un certain nombre de types d'une façon approfondie, en partant de l'ovule, en suivant « pas à pas » le développement du fruit et de la graine. Six types résument, au point de vue de l'anatomie générale, l'organisation des enveloppes du fruit et de la graine chez les Renonculacées.

J'ai ensuite étendu mes recherches au plus grand nombre d'espèces en les limitant cette fois à l'ovaire et à l'ovule pris dans la fleur d'une part, au péricarpe et au spermoderme mûrs d'autre part.

([1]) Marcel Brandza, *Développement des téguments de la graine.* (Revue générale de Botanique, 1893.)

([2]) L. Guignard, *Recherches sur le développement de la graine.* (Journal de Botanique, 1893.)

Les procédés techniques ont, ici, une grande importance, vu la difficulté qu'il y a d'observer certains tissus profondément modifiés. J'ai eu recours à de nombreuses inclusions dans la celloïdine, pratiqué des coupes successives en série, étudié beaucoup de matériaux frais pris à divers stades; pour les organes secs, la potasse, l'eau de javelle, l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide picrique, l'acide osmique, voire même l'acide sulfurique, l'hydrate de chloral, le chlorure de zinc et surtout le chlorure de zinc iodé sont d'un grand secours; dans quelques cas, des macérations et des dissociations ont été utiles pour mettre en évidence les différentes couches écrasées; enfin diverses matières colorantes ont été employées avec succès, notamment le rouge de Ruthénium, l'hématoxyline et la fuchsine. Tous ces procédés, plus ou moins efficaces suivant les cas, sont nécessaires pour déterminer la nature des membranes et celle du contenu cellulaire.

Ce travail comprendra deux parties : la première consacrée à l'étude des types d'organisation décrits d'une façon complète; la seconde comprenant les diagnoses des genres et des espèces rédigées d'une façon concise conformément aux indications d'Alph. de Candolle.

Guidé dans l'accomplissement de ce travail par les précieux conseils d'un maître aussi dévoué que savant, je saisis ici l'occasion pour adresser à M. le professeur Gravis l'hommage de ma reconnaissance la plus vive.

CONTRIBUTION

A

L'ANATOMIE DES RENONCULACÉES

STRUCTURE

DES PÉRICARPES ET DES SPERMODERMES

PREMIÈRE PARTIE

CHOIX DES TYPES ET PLAN DE LEUR ÉTUDE.

Il résulte de notre étude qu'il convient de distinguer, dans les Renonculacées, six types qui sont les suivants : ***Ranunculus arvensis*** L., *Clematis vitalba* L., *Thalictrum flavum* L., *Helleborus fœtidus* L., *Delphinium Ajacis* L. et *Pœonia officinalis* Retz.

Notre attention se portera d'abord sur le *Ranunculus arvensis* ; après lui se placera le *Thalictrum* dont la carpelle, monosperme comme le précédent, en diffère surtout par le mode d'insertion et l'orientation de l'ovule. On retrouve ces derniers caractères dans le troisième type : le *Clematis* ; mais celui-ci présente en outre une particularité qui doit le faire servir d'intermédiaire entre les espèces à carpelles monospermes et celles à carpelles polyspermes : il existe, en effet, au-dessus du seul ovule fertile, des ovules rudimentaires disposés en deux séries.

Nous passerons ensuite aux espèces à fruits polyspermes que nous n'avons pas de raison de décrire dans un autre ordre que celui établi par le Prodrome, c'est-à-dire : *Helleborus*, *Delphinium* et *Pœonia*.

Cette première partie du présent travail comprend donc la description du péricarpe et du spermoderme des six types choisis. Pour chacun d'eux, ces organes ont été étudiés à quatre stades :

1° Dans le bouton jeune ;

2° Dans la fleur épanouie ;

3° Dans le carpelle qui a atteint tout son développement mais qui n'est pas encore mûr ;

4° A l'époque de la maturité, après dessiccation normale du fruit et de la graine.

Il sera ainsi facile, pour diverses espèces, de comparer des états de même développement, et, pour chaque espèce en particulier, de comparer la structure adulte au développement histologique.

CHAPITRE PREMIER.

RANUNCULUS ARVENSIS L.

Carpelle uniovulé ; ovule anatrope unitégumenté ; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

STADE 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

Dans un bouton de 1 millimètre de longueur à peine, les carpelles sont en voie de formation ; ils mesurent de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$ de hauteur ; leur forme est celle d'une niche du fond de laquelle émerge le mamelon ovulaire. Ces carpelles sont entièrement formés d'un tissu méristématique (fig. 1 : coupe longitudinale médiane d'un très jeune carpelle dont le bord est indiqué à gauche par une ligne pleine).

Les bords du carpelle se rejoignent bientôt pendant que sa concavité augmente. Il en résulte une fente, visible à l'extérieur, qui se prolonge jusque près de la base organique du carpelle ([1]). A cet endroit, il existe une petite ouverture qui persiste jusqu'après la fécondation et que nous nommerons *acropyle* ([2]) (fig. 2 : coupe longitudinale médiane, optique, dans un carpelle de fleur épanouie).

Le carpelle ainsi formé s'accroît d'abord surtout par l'agrandissement des cellules. Quand il a atteint 1 millimètre à peu près de longueur, la paroi de la cavité qu'il circonscrit présente sur ses faces latérales quatre assises de cellules (fig. 3 : coupe

([1]) En parlant du *Clematis vitalba* L., nous verrons comment Payer explique la formation de la cavité de l'ovaire et de la fente carpellaire, formation qui, à part quelques petits détails, suit les mêmes processus que dans le *Ranunculus*,

([2]) Cf. H. BAILLON, *Les ovaires acropylés.* (BULL. DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE ET D'HORTICULTURE A SAINT-PÉTERSBOURG, 1884.)

transversale de l'ovaire et de l'ovule dans un bouton floral de 2 millimètres de diamètre) :

L'*Ep. e.* (1), dont les cellules, en général presque cubiques, ont 15 μ de côté ; on y distingue déjà, çà et là, des cellules ayant une taille beaucoup plus grande. La cuticule commence à se former.

Le *Tf. e.* à une assise de cellules de mêmes dimensions que celles de l'*Ep. e.*

Le *Tf. i.* à une assise de cellules en voie de division, un peu plus petites que les précédentes.

L'*Ep. i.* à une assise de cellules présentant déjà un certain allongement dans le sens transversal, c'est-à-dire de la suture dorsale vers la suture ventrale.

A ce stade, seul le faisceau de la suture dorsale est différencié en bois et en liber. A droite et à gauche de la suture ventrale se montre un petit massif de procambium (fig. 4 : ensemble de la coupe de la fig. 3).

Stade 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

Au début de l'anthèse, le péricarpe mesure $0^{mm},75$ de largeur (fig. 5 : coupe transversale du carpelle).

Les cellules de l'*Ep. e.* se sont agrandies ; autour des cellules épidermiques plus volumineuses signalées au stade précédent, on observe une activité plus grande qu'ailleurs ; cette activité se manifeste dans le *Tf. e.* et le *Tf. i.* aussi bien que dans l'*Ep. e.* lui-même. Il en résulte la formation de protubérances aiguës qui recouvrent les faces du péricarpe et supportent chacune la cellule

(1) La paroi d'un ovaire comprend un épiderme externe, un épiderme interne et, entre les deux, un tissu fondamental qui peut être subdivisé en une portion externe, une assise moyenne et une portion interne. Ces termes devant être fréquemment répétés, je crois pouvoir employer les abréviations suivantes :

Ep. e. = Épiderme externe.
Tf. e. = Tissu fondamental externe.
Tf. m. = Tissu fondamental moyen.
Tf. i. = Tissu fondamental interne.
Ep. i. = Épiderme interne.

épidermique plus grande qui se transformera plus tard en poil épineux.

Le *Tf. e.* divise ses cellules en tous sens. Il présente déjà deux ou trois assises.

L'assise la plus profonde issue de ces recloisonnements portera dorénavant le nom de *Tf. m.* Cette assise, en effet, présentera ultérieurement des caractères tout spéciaux.

Dans le *Tf. i.*, les cloisonnements cellulaires se font surtout longitudinalement et les cellules deviennent étroites ; elles se présentent en deux assises.

L'*Ep. i.* a ses cellules allongées dans le sens transversal, comme au stade précédent (fig. 5); le caractère épidermique de ces cellules se reconnaît mieux sur une coupe longitudinale (fig. 6).

A ce stade, il y a trois faisceaux différenciés et environ six massifs procambiaux distincts (fig. 7 : ensemble de la coupe transversale du carpelle).

Ces faisceaux ont pris naissance aux dépens du *Tf. m.*; à cet effet, certaines cellules de ce *Tf. m.* se sont recloisonnées longitudinalement et ont produit des massifs de procambium [1] (fig. 8 : portion de la coupe transversale du carpelle).

Stade 3. — *Carpelle à la fin de sa croissance.*

La floraison étant terminée et la fécondation ayant été opérée, le carpelle s'accroît rapidement et atteint bientôt sa taille définitive, alors que l'ovule est loin de suivre la même progression dans son développement. Lorsque les cellules ont ainsi acquis le maximum de leur croissance, l'activité du protoplasme ne s'emploie plus guère qu'à modifier la constitution intime de la paroi et du contenu cellulaires (fig. 10 : coupe transversale d'un carpelle à la fin de sa croissance).

A l'*Ep. e.*, les cellules épaississent fortement leur paroi interne.

[1] Dans son mémoire sur le *Tradescantia Virginica*, M. Gravis a constaté l'existence d'une assise moyenne dans le *Tf.* des feuilles, assise qui est le prolongement du cylindre central de la tige et dans laquelle les nervures prennent naissance.

Des poils de diverses sortes s'y sont développés; les uns, en forme de larmes, sont ventrus et plus ou moins arrondis à la base, effilés, pointus au sommet ; ils sont généralement assez longs; il en est de $0^{mm},2$; les autres, beaucoup plus courts ($0^{mm},02$), sont enchâssés dans l'épiderme par la plus grande partie de leur corps (fig. 9 : coupe transversale d'un ovaire de fleur arrivée à la fin de l'anthèse).

D'une façon générale, tous les poils sont unicellulaires et portés par une protubérance ; ils ont une paroi assez épaisse, mais elle l'est uniformément, la cavité se prolongeant jusque dans la pointe.

Des stomates existent sur les protubérances et sur les bords du carpelle ; ils sont dépourvus de cellules annexes [1] (fig. 11 : lambeau d'*Ep. e.* vu de face).

Le *Tf. e.*, dont le nombre d'assises cellulaires n'augmente plus, est le seul tissu dont les cellules renferment de la chlorophylle.

Dans celles du *Tf. m.* ont pris naissance des cristaux qui atteignent environ 12 μ et qui présentent tous les caractères de l'oxalate de chaux (fig. 9 et 10).

Les cellules de l'*Ep. e.*, du *Tf. e.* et du *Tf. m.* sont assez grandes et à peu près de même taille.

Le *Tf. i.* est constitué de quatre à cinq assises de cellules dont les parois commencent à s'épaissir. Ces éléments sont allongés : ils mesurent en moyenne 100 μ dans le sens longitudinal, alors que, transversalement, ils ont environ 19 $\mu \times 13$ μ.

Ce tissu se prolonge dans les protubérances dont il constitue la partie centrale (fig. 9 : coupe déjà citée, et fig. 12 : coupe transversale d'un akène presque mûr).

L'*Ep. i.* a déjà des parois épaisses et ponctuées.

Stade 4. — *Structure du péricarpe à la maturité.*

« Le fruit du *Ranunculus arvensis* est un polakène. Chaque akène, comprimé latéralement, présente deux faces garnies de pointes épineuses [2]. »

[1] Cf. Éd. Nicoul, *op. cit.*, en ce qui concerne les stomates de la feuille.
[2] H. Baillon, *Histoire des plantes*, t. I, p. 35.

Les couches cellulaires constituant ces faces présentent à l'état mûr les caractères suivants (fig. 13 : coupe transversale d'un akène mûr ayant séjourné dans l'alcool et la glycérine) :

Un *Ep. e.* et un *Tf. e.* à une ou deux assises de cellules dont les parois se sont subérifiées. Ces deux tissus sont écrasés. Les cellules du *Tf. m.* sont globuleuses ; elles ont leurs parois assez fortement épaissies et ont résisté à l'affaissement des autres cellules ; ces parois sont aussi subérifiées. Toutes ces cellules renferment de gros cristaux octaédriques d'oxalate de chaux qui se brisent facilement sous l'action du rasoir.

Tous ces tissus donnent au fruit mûr la coloration brune qu'on observe sur les faces latérales ; ils se détruisent facilement lorsqu'on fait des coupes sans précaution. Les protubérances varient de longueur; nous avons vu précédemment quelle était leur constitution. Ajoutons que les poils épineux sont persistants; mais évidemment, si l'on manipule trop brusquement les graines, ils seront arrachés, surtout s'ils sont assez longs.

Quant au *Tf. i.*, les parois des cellules y sont tellement sclérifiées que les cavités en sont presque oblitérées ; de celles-ci rayonnent de nombreux canalicules très fins. C'est évidemment ce tissu qui protège le plus efficacement la graine. Quand, par dissociation, on a isolé les cellules du *Tf. i.*, elles présentent absolument l'aspect des scléréides de la poire (fig. 14).

Les cellules de l'*Ep. i.* sont allongées transversalement ; elles peuvent atteindre, dans ce sens, 200 μ et plus. Leurs parois, très fortement épaissies et sclérifiées, sont parcourues par des canalicules perpendiculaires à l'axe de la cellule. La cavité cellulaire est tellement oblitérée, que, sur les coupes transversales du fruit, l'*Ep. i.* donne l'illusion de deux couches de cellules accolées.

Les faisceaux libéro-ligneux sont situés entre le *Tf. e.* et le *Tf. i*, au niveau du *Tf. m.* ; tous leurs éléments ont les parois un peu épaissies, sauf dans ceux qui parcourent les bords du péricarpe.

Près de leur terminaison, les faisceaux sclérifient leurs éléments qui deviennent semblables à ceux du *Tf. i.* Les faisceaux principaux sont en nombre impair, le plus souvent vingt et un.

Parcours des faisceaux dans le péricarpe. — Les akènes ne sont pas tout à fait sessiles. Le court pédicelle qui les supporte présente, au centre, une sorte de cylindre libéro-ligneux où l'on peut distinguer plusieurs lobes qui représentent un certain nombre de faisceaux du réceptacle. Ces lobes se résolvent d'abord en trois, puis en six faisceaux, trois vers la suture dorsale, trois vers la suture ventrale. De ces six faisceaux, celui qui est situé exactement sous la suture ventrale est destiné à se rendre dans le raphé. Nous n'en parlerons pas davantage. Les cinq autres faisceaux qui cheminent dans l'épaisseur du péricarpe sont un *médian* (M), deux *latéraux* (L) et deux *intermédiaires* (*i*). Dans la partie la plus renflée de l'akène, de nouveaux faisceaux intermédiaires se sont intercalés entre le médian et les deux latéraux, et de nombreuses anastomoses courent transversalement ou obliquement, de telle sorte qu'une coupe vers le milieu de l'ovaire peut rencontrer une vingtaine de faisceaux.

Les protubérances sont situées sur le trajet des faisceaux intermédiaires ou des anastomoses. Ceux-ci forment alors une anse qui embrasse la portion sclérifiée de la protubérance et qui est perpendiculaire à la surface de l'akène. Ces anses sont représentées sur la figure 15 (parcours) par une croix (×). Les protubérances ont encore pour effet de rendre le parcours de ces faisceaux très sinueux dans la région moyenne de l'akène.

Vers le sommet, tous les faisceaux, à part les deux latéraux, se rejoignent les uns après les autres pour se jeter dans le faisceau médian. Il ne reste donc plus que les trois faisceaux LML qui parcourent dans toute sa longueur le bec stylaire surmontant l'akène. A quelque distance de l'extrémité de ce bec, les deux L s'éteignent, tandis que M se prolonge encore un peu plus haut (fig. 15).

§ 2. — LE SPERMODERME.

L'ovule du *Ranunculus arvensis* est anatrope, solitaire et ascendant ; son raphé est tourné vers la suture ventrale du carpelle. Il ne possède qu'un seul tégument (fig. 16 : coupe longitudinale d'un ovaire pris dans un jeune bouton).

STADE 1. — *Ovule dans le bouton.*

Tout au début de sa formation, l'ovule n'est représenté que par un mamelon de tissu méristématique situé à l'aisselle de la feuille carpellaire encore ouverte (fig. 1 : coupe longitudinale médiane d'un très jeune carpelle).

Mais bientôt le carpelle se ferme peu à peu ; le mamelon ovulaire croît d'abord un peu obliquement, puis produit un bourrelet, première ébauche du tégument. Alors déjà l'épiderme du sommet du nucelle s'est divisé en deux assises et parfois même en trois (fig. 17 : coupe longitudinale dans un bouton de 2 millimètres).

L'ovule croît vite et se recourbe fortement de manière à devenir anatrope. Dans un bouton de 3 millimètres, le tégument a fini par recouvrir entièrement le nucelle; au lieu de trois assises qu'il comprenait d'abord, il en compte maintenant quatre.

L'épiderme du nucelle se reconnaît aisément à son contenu plus dense, plus granuleux et jaunâtre. Le sac embryonnaire, dont la différenciation débute d'ailleurs très tôt, est formé et occupe une bonne partie du nucelle (fig. 18 : coupe longitudinale d'un ovule pris dans un bouton de 3 millimètres).

STADE 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

La constitution d'un ovule au moment de la fécondation peut s'énoncer comme suit (fig. 19 : coupe longitudinale d'un ovule provenant d'une fleur fraîchement épanouie, et fig. 20 : coupe transversale du même) :

1° *Tégument :* quatre assises de cellules : *Ep. e. T.* (1), *Tf. T.*

(1) Pour l'ovule et le spermoderme, nous ferons usage des abréviations suivantes :

Ep. e. T. = Épiderme externe du tégument.
Ep. i. T. = Épiderme interne du tégument.
Tf. T. = Tissu fondamental du tégument.
Ep. N. = Épiderme du nucelle.
Tf. N. = Tissu fondamental du nucelle.

Dans les espèces pourvues de deux téguments, *T.* (= tégument) sera remplacé par *P.* (= primine) et par *S.* (= secondine).

à deux assises et *Ep. i. T.* Près du micropyle, le tégument, plus épais, comprend six ou sept assises cellulaires.

2° *Nucelle : Ep. N.* très reconnaissable, formant, au sommet, un bourrelet épais de deux ou trois assises de cellules.

Tf. N. englobant un sac embryonnaire très volumineux (environ 167 μ de long sur 97 μ de diamètre), situé en contact avec l'*Ep. N.* au sommet.

Le raphé est appliqué contre la suture ventrale du péricarpe, laquelle regarde l'axe du réceptacle floral. En d'autres termes, l'ovule est recourbé du côté de la suture dorsale (fig. 16).

L'ovule, à ce stade, est apte à être fécondé; M. Guignard considère un tel ovule comme adulte ([1]).

Stade 3. — *Ovule à la fin de sa croissance.*

En suivant le développement de l'ovule fécondé, on remarque deux faits importants : 1° l'apparition de l'albumen ; 2° la résorption de la majeure partie du nucelle et l'écrasement de l'assise interne du *Tf. T.*

Il s'ensuit que lorsque l'ovule est arrivé presque à sa taille définitive, le spermoderme se compose d'un tégument offrant un *Ep. e. T.*, dont les cellules sont allongées tangentiellement et délimitées par de très épaisses parois à ponctuations nombreuses ; un *Tf. T.*, dont l'assise externe présente des cellules à parois minces, renfermant de la chlorophylle et formant un tissu assez lâche et dont l'assise interne est totalement écrasée ; un *Ep. e. T.*, dont les parois cellulaires profondes s'épaississent irrégulièrement, de manière à donner un aspect frangé à cette assise de cellule.

L'*Ep. N.*, seule partie du nucelle maintenant bien reconnaissable, est constitué de cellules assez allongées tangentiellement; des épaississements fibrillés commencent à s'accuser sur les parois de ces cellules.

Quant à l'albumen, son organisation comme tissu ne fait que commencer (fig. 21 : coupe transversale dans un ovule remplissant plus de la moitié d'un péricarpe arrivé à sa taille définitive,

([1]) L. Guignard, *op. cit.*, p. 3.

et fig. 22 : coupe transversale d'un ovule remplissant presque entièrement le péricarpe).

STADE 4. — *Structure du spermoderme à la maturité.*

Le spermoderme comprend :

1° Un seul tégument ; 2° quelques débris du nucelle.

1° *Tégument* composé de :

a) *Ep. e. T.* à cellules allongées dans le sens longitudinal, à lumens facilement reconnaissables dans la région du raphé (fig. 23 : coupe transversale d'une graine mûre, mais non desséchée encore) et au bord opposé de la graine, non reconnaissables sur les côtés où les cellules sont fortement aplaties, à parois munies d'épaississements cellulosiques assez considérables et fortement ponctuées (fig. 24 : même coupe qu'à la fig. 23, région voisine du raphé; fig. 25 : idem, région latérale, et fig. 27 représentant un spermoderme vu de face).

b) *Tf. T.* comprenant deux assises, l'externe formée de cellules isodiamétriques, un peu aplaties, assez écartées les unes des autres, à parois cellulosiques épaisses, renfermant de la chlorophylle [1] (fig. 24, 25 et 27) ; l'interne totalement écrasée.

c) *Ep. i. T.* Cellules tabulaires à cloisons internes épaissies, sclérifiées ; cloisons latérales partiellement recouvertes d'épaississements frangés, sclérifiés, caractéristiques. Ces sortes de franges semblent formées par des lignes d'épaississement parallèles très serrées et qui couvrent les parois latérales jusqu'aux deux tiers de la hauteur. Cette portion de la paroi est comparable à une plaque gravée de traits parallèles; elle est en même temps sclérifiée et colorée, tandis que la portion lisse est mince, cellulosique et blanche. Il en résulte qu'au premier abord on croirait voir les cellules à moitié remplies d'une substance jaune et striée. Ces mêmes cellules, vues de face, ne laissent aucun doute sur l'existence des stries des parois. La cloison interne (plancher de la cellule) est également sclérifiée et légèrement striée ; la paroi externe (plafond de la cellule) est au contraire lisse et cellulo-

[1] Cf. HARZ, *Landwirthschaftliche Samenkunde*, 1885, p. 1065.

sique. Le contenu de ces cellules, peu abondant d'ailleurs, consiste en protoplasme desséché (fig. 24 et 25 déjà citées et fig. 28 : assise vue de face).

2° *Nucelle* : l'*Ep. N.*, encore visible peu de temps avant la maturité, est totalement écrasé et forme avec les autres couches écrasées une lame cornée entre l'albumen et l'*Ep. i.* du tégument.

Cette lame est difficile à distinguer de la paroi extérieure des cellules du bord de l'albumen. On constate seulement qu'il existe une sorte de plan de clivage entre l'albumen et l'*Ep. i. T.*, suivant lequel se fait plus aisément une séparation (fig. 25). (L'eau de javelle a pour action de faire apparaître une ligne de démarcation entre ces deux couches.)

Toutefois, dans le voisinage du raphé, l'*Ep. N.* persiste. Il est formé de cellules présentant les caractères suivants : cellules grandes, prismatiques, quatre fois plus longues que larges, allongées tangentiellement et contenant protoplasme et noyau ; membranes couvertes d'épaississements cellulosiques fibrillés (fig. 24 déjà citée et fig. 26 : ensemble de la coupe des fig. 23, 24 et 25). On peut établir un rapprochement entre ces cellules de l'*Ep. N.* et les cellules fibrillées des valves d'une anthère.

Le raphé présente nettement son faisceau composé de douze à quinze trachées étroites, de liber et de fibres libériennes (fig. 23).

L'ALBUMEN.

Volumineux, remplissant toute la cavité du péricarpe — l'embryon restant très petit, — l'albumen est composé de cellules polygonales, à parois un peu plus épaisses aux angles, non ponctuées, gorgées de réserves alimentaires consistant en aleurone et en corps gras (fig. 24).

Les parois des cellules de l'albumen sont différenciées : on y distingue, en effet, une lame médiane mince, s'épaississant aux angles des cellules et présentant un aspect plus sombre, surtout après l'action des réactifs éclaircissant et colorant : c'est la membrane primaire. Les membranes secondaires sont uniformément épaissies (fig. 29 : coupe dans l'albumen d'une graine sèche traitée par l'eau de javelle).

NOTE CRITIQUE.

D'après F. Hegelmaier ([1]), l'ovule des *Ranunculus* est imparfaitement anatrope. Si cette remarque est vraie pour quelques espèces, comme on le verra dans la seconde partie de ce travail, elle ne l'est pas pour d'autres. Ainsi, on peut en juger d'après les figures, l'anatropie de l'ovule du *Ranunculus arvensis* est assez parfaite. C'est d'ailleurs là une question de plus ou de moins qui ne peut certainement pas donner lieu à généralisation.

Il en est de même du fait signalé par cet auteur, et que j'ai tenu à vérifier, que certaines espèces présentent un canal micropylien grêle en forme de S. Ce n'est pas le cas pour le *Ranunculus arvensis*.

L'*Ep. i. T.* présente une structure assez constante chez les *Ranunculus* et chez d'autres genres, comme nous aurons l'occasion de le voir : les cellules de cet épiderme sont caractérisées par des épaississements brunâtres frangés sur les parois internes et latérales. Bien que M. Godfrin ([2]) ait reconnu la vraie nature de ces épaississements, Harz ([3]) et, après lui, Holfert ([4]), semblent s'être mépris à ce sujet. D'après eux, les cellules de l'*Ep. i. T.* renfermeraient un contenu rougeâtre qui serait du protoplasme desséché. Mes observations confirment donc celles de Godfrin; elles ont établi l'impossibilité de reconnaître un contenu dans les cellules de l'*Ep. i. T.* et, ce qui est mieux, elles démontrent la formation des épaississements frangés.

Harz commet une autre erreur encore quand il identifie l'*Ep. e. T.* avec l'assise persistante du *Tf. T.* Nous avons vu, en effet, en quoi ces deux couches diffèrent.

Parlant du péricarpe, Harz dit encore que les cellules de ce

([1]) F. Hegelmaier, *Vergleichende Untersuchungen über Entwickelung dikotyledoner Keime.* Stuttgart, 1878.

([2]) Godfrin, *op. cit.*

([3]) Harz, *op. cit.*, p. 1065.

([4]) Holfert, *Die Nährschicht der Samenschalen.* (Flora, 73e année, p. 312.)

que nous avons appelé *Tf. i.* se dirigent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, sans ordre déterminé. Ce n'est pas tout à fait exact, car lorsque rien ne les dérange dans leur trajet, ces éléments fibreux courent parallèlement au grand axe du fruit; mais au voisinage des protubérances dont ils constituent, comme nous l'avons constaté, la partie centrale, elles prennent une direction d'abord oblique, puis horizontale pour entrer dans la protubérance.

CHAPITRE II.

THALICTRUM FLAVUM L.

Carpelle uniovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

STADE 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

Les débuts de la formation du carpelle ne diffèrent guère de ceux du *Ranunculus arvensis* (fig. 30 : coupe longitudinale dans un carpelle d'un bouton de 1 millimètre). Seulement la fente stigmatique qui résulte de la fermeture de la feuille carpellaire descend moins bas; elle ne se prolonge pas jusqu'à la moitié de la hauteur du carpelle, vers le bas, et n'atteint pas le sommet. Les lèvres de cette fente sont épaisses et proéminentes; l'acropyle est très apparent (fig. 31 : carpelle d'un bouton de 2 millimètres montrant la fente vue en face).

La section transversale d'un carpelle présente un contour sinueux avec des côtes parcourues par des faisceaux. Ceux-ci, presque toujours au nombre de dix, sont exceptionnellement au nombre de onze dans l'exemple étudié à ce stade (fig. 32 : coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 2 millimètres).

La paroi de ce carpelle présente, entre les côtes, sept assises de cellules :

L'*Ep. e.*, dont les cellules sont cubiques et déjà recouvertes vers l'extérieur d'une mince cuticule. Quelques cellules, assez rares d'ailleurs, se sont allongées de manière à former de courts poils en massue qui ne sont pas plus de trois fois plus longs que les autres cellules épidermiques (fig. 33 et 34 : détails de la fig. 32).

Le *Tf.*, formé actuellement de cinq assises de cellules, ne montre pas nettement la subdivision en une région externe, une

moyenne et une interne. Toutefois, il est probable qu'ici, comme dans le *Ranunculus arvensis*, la paroi du carpelle était constituée primitivement de quatre assises cellulaires : l'*Ep. e.*, le *Tf. e.*, le *Tf. i.* et l'*Ep, i.*; ce serait aux dépens du *Tf. e.* que prendrait naissance le *Tf. m.* La principale différence entre l'histogenèse du péricarpe du *Ranunculus arvensis* et du *Thalictrum flavum* consiste dans le nombre définitif des assises cellulaires qui est de douze à la maturité dans la première de ces plantes et de cinq dans la seconde.

L'*Ep. i.*, au stade 1, est figuré par une assise de cellules semblables à celles de l'*Ep. e.*

STADE 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

Rien n'est changé quant au nombre des assises; mais les cellules sont devenues plus nombreuses par suite de cloisonnements en direction radiale.

Les cellules de l'*Ep. e.* ont épaissi toutes leurs parois. Ces cellules sont tabulaires et plus grandes que celles du *Tf.*, qui n'ont subi aucune différenciation.

Outre les poils, on y rencontre maintenant des stomates.

Quant aux éléments de l'*Ep. i.*, ils commencent à s'allonger longitudinalement à la fin de la floraison (fig. 35 : coupe transversale; fig. 36 : coupe longitudinale et fig. 37 : ensemble de la coupe longitudinale).

Ces différences insignifiantes ne nécessitent pas un examen plus approfondi. J'ai cru utile de maintenir cependant ce stade afin de trouver des points de comparaison faciles avec les autres types.

STADE 3. — *Carpelle à la fin de sa croissance.*

Pour atteindre leur taille définitive, 3 millimètres environ, les carpelles multiplient et agrandissent leurs cellules sans toutefois augmenter le nombre des assises.

Comme caractères nouveaux, on peut signaler que l'épaississement des parois externes des cellules de l'*Ep. e.* s'est surtout accentué; les poils ne changent guère.

Au *Tf.*, il se forme des méats entre les cellules qui sont toutes

semblables, soit qu'elles appartiennent au *Tf. e.*, au *Tf. m.* ou au *Tf. i.*

A l'*Ep. i.*, les parois internes et latérales se sont considérablement épaissies; ces épaississements, sous l'action de la potasse, gonflent beaucoup (fig. 38 : coupe transversale d'un carpelle de 3 millimètres, traitée par la potasse); en outre, ces cellules se sont fortement allongées parallèlement à l'axe principal du fruit (fig. 39 : coupe longitudinale du carpelle précédent), contrairement à ce que nous avons vu dans le *Ranunculus*.

Lorsque la taille maxima est atteinte, le fruit ne tarde guère à mûrir; car ici, le développement du péricarpe se fait parallèlement à celui de l'ovule.

Stade 4. — *Structure du péricarpe à la maturité.*

Le péricarpe mûr présente :

Un *Ep. e.* à cellules assez grandes à parois cellulosiques épaisses, surtout les externes, lesquelles sont recouvertes d'une cuticule, ce que montre bien une coupe traitée par le chlorure de zinc iodé (fig. 40). Cet épiderme comprend d'assez nombreux stomates localisés dans les dépressions. Dans ces régions, les cellules de l'*Ep. e.*, vues de face, sont isodiamétriques et ont des contours sinueux. Les stomates se montrent construits de la même façon que dans le *Ranunculus arvensis* (fig. 41 : *Ep. e.* vu de face). Le long des côtes, les cellules de l'*Ep. e.* sont rectangulaires, allongées longitudinalement, à contours moins sinueux; il est rare d'y rencontrer des stomates (fig. 42).

Un *Tf.*, lequel peut ne comprendre que trois assises : une pour le *Tf. e.*, une pour le *Tf. m.* et une pour le *Tf. i.* (fig. 40); mais, plus généralement, il se compose de cinq assises de cellules dont les parois sont assez épaisses et fortement ponctuées, sauf chez celles de l'assise externe. Dans les cellules de ce *Tf.*, on ne rencontre aucun contenu spécial.

Un *Ep. i.*, dont les parois latérales et internes sont fortement épaissies, au point de combler presque entièrement la cavité cellulaire.

De même que nous l'avons pu voir dans les stades intermé-

diaires, l'akène de *Thalictrum* présente dix côtes et dix vallécules. Selon l'importance des faisceaux qu'elles renferment, les côtes sont plus ou moins saillantes. Ces faisceaux sont très symétriquement disposés à droite et à gauche d'un seul plan (fig. 43 : dessin d'ensemble de la coupe transversale d'un ovaire complètement développé).

Dans un des faisceaux de taille moyenne (fig. 44), le bois est représenté par cinq ou six trachées assez étroites; le liber compte une trentaine d'éléments assez petits. Le tout est entouré d'une gaine sclérenchymateuse importante, surtout vers la face externe, où les éléments sclérifiés sont plus étroits et à paroi beaucoup plus épaissie. Ce faisceau fibrolibéroligneux est séparé de l'*Ep. e.* par deux assises de *Tf.*, et de l'*Ep. i.* par une assise de *Tf.*

Parcours des faisceaux dans le péricarpe. Ce parcours est loin de présenter les complications que nous avons rencontrées dans le *Ranunculus arvensis.* En effet, les dix faisceaux qui sont bientôt individualisés, ne présentent aucun contact entre eux par le moyen d'anastomoses. Chacun suit la côte qui lui correspond et qui se prolonge depuis le bas jusque vers le sommet du péricarpe.

§ 2. — LE SPERMODERME.

L'ovule du *Thalictrum flavum* L. est anatrope, solitaire et pendant; son raphé est tourné vers la suture dorsale du carpelle. Il possède deux téguments (fig. 47 : coupe longitudinale dans un ovule d'une fleur presque épanouie).

STADE 1. — *Ovule dans le bouton.*

La première ébauche de l'ovule consiste en un mamelon inséré au bord inférieur de l'invagination ovarienne qui est plus profonde que celle du *Ranunculus arvensis.*

La secondine apparaît déjà sous forme d'un bourrelet avant la fermeture du carpelle (fig. 30 : coupe longitudinale d'un carpelle de bouton de 1 millimètre).

Lorsque celle-ci s'est faite, la primine s'est formée à son tour comprenant d'abord deux assises de cellules (fig. 45 : coupe longitudinale d'un ovule de bouton de 1 $^1/_2$ millimètre), nombre qui va en augmentant (fig. 46 : comme la précédente, bouton de 2 millimètres).

La secondine, fortement agrandie, n'en comprend que deux; elle recouvre bientôt le nucelle dont l'*Ep. N.* reste simple au sommet et dans lequel se caractérise assez tôt le sac embryonnaire (fig. 45).

Stade 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

Dans un bouton de 3 millimètres, sur le point de s'épanouir, l'ovule est adulte. Il comprend une primine, une secondine et un nucelle (fig. 47 : coupe longitudinale de l'ovule d'un bouton de 3 millimètres).

1° *Primine:* quatre ou cinq assises de cellules toutes semblables: *Ep. e. P.*, *Tf. P.* à deux ou trois assises et *Ep. i. P.*

2° *Secondine :* trois assises de cellules semblables : *Ep. e. S.*, *Tf. S.* et *Ep. i. S.*

Cependant, au voisinage du micropyle, le nombre d'assises peut être porté à cinq, et les assises supplémentaires sont formées aux dépens de l'*Ep. i. S.*

3° *Nucelle : Ep. N.* qui reste simple au sommet : *Tf. N*, comprenant une assise de cellules caractéristiques sous l'*Ep. N.*; le reste du corps nucellaire est occupé par un sac embryonnaire assez volumineux : largeur 62 μ; longueur 122 μ.

Le faisceau du raphé est encore à l'état procambial. Ce n'est que plus tard qu'il se différencie en bois et en liber.

Stade 3. — *Ovule à la fin de sa croissance.*

La fécondation opérée, l'ovule s'accroît. A un certain moment, l'albumen s'organise; plus tard les parois externes s'épaississent dans les cellules de l'*Ep. e. P.*, qui tendent à s'allonger suivant l'axe de l'ovule; les modifications s'ajoutent les unes aux autres, de façon qu'un ovule arrivé au maximum de sa taille présente un spermoderme composé :

1° D'une *primine* où l'on distingue un *Ep. e. P.* dont les

cellules sont allongées parallèlement à l'axe de l'organe et à parois externes épaissies; deux ou trois assises de *Tf. P.* parenchymateux et un *Ep. i. P.* dont les cellules ont des parois minces.

2° D'une *secondine* dont il ne subsiste que l'*Ep. i. S.*; en effet, l'*Ep. e. S.* et le *Tf. S.* ont été complètement écrasés, formant une lame amorphe entre la primine et l'*Ep. i. S.* La paroi interne des cellules de celui-ci s'épaissit, mais ne produit pas de franges comme dans le *Ranunculus arvensis.*

Quant au nucelle, nous avons pu assister à sa résorption de plus en plus complète; il n'en existe plus rien et l'albumen se trouve immédiatement en contact avec l'*Ep. i. S.* (fig. 48, 49, 50, 51, 52, 53 : coupes longitudinales d'ovules fécondés dans des ovaires de 2, 2 $^1/_2$ et 3 millimètres; fig. 54, 55, 56, 57 et 58 : coupes transversales des mêmes ovules).

STADE 4. — *Structure du spermoderme à la maturité.*

Le spermoderme comprend :

1° Une primine; 2° une secondine.

Primine : Ep. e. P. à cellules allongées longitudinalement de 127 μ, larges de 22 μ, bombées vers l'extérieur (fig. 62 : *Ep. e. P.* vu de face). Ce dernier fait s'explique parce que la graine n'est pas adhérente au péricarpe, comme cela a lieu dans celle du type précédent où les cellules de l'*Ep. e. T.* ont une limite extérieure rectiligne. De tout le spermoderme mûr, c'est l'assise qui est la moins abimée dans une graine sèche (fig. 60 : coupe transversale dans une graine sèche mise dans la glycérine épaisse) et, après un séjour dans l'eau ou dans la potasse (fig. 61), elle réapparait très nettement. Cette assise, vue de face, montre des cellules à parois radiales à ponctuations nombreuses (fig. 62).

Tf. P. et *Ep. i. P.* totalement écrasés (fig. 59 : coupe transversale d'une graine sèche traitée par l'acide lactique, et fig. 60). Ce n'est qu'un séjour prolongé dans la potasse qui puisse agir sur les membranes de manière à dilater ces tissus suffisamment pour faire apparaitre leur structure primitive (fig. 61). Vus de face, le *Tf. P.* et l'*Ep. i. P.* se montrent sous forme de cellules rectangulaires à parois minces, laissant de nombreux

méats entre elles, le long des côtés aussi bien qu'aux angles (fig. 63 : *Tf. P.*).

Secondine : Ep. e. S. et *Tf. S.* écrasés depuis longtemps, non reconstituables.

Ep. i. S. à cellules tabulaires à parois internes et latérales épaissies en U (fig. 59, 61 et 64). Cette dernière figure représente l'*Ep. i. S.* vu de face.

Aucune cellule du spermoderme d'une graine sèche ne présente de contenu appréciable. Le chlorure de zinc iodé les colore toutes en brun.

Albumen volumineux et aleurique comme chez le *Ranunculus arvensis.*

NOTE CRITIQUE.

Le spermoderme de *Thalictrum* a été étudié par M. Godfrin [1]. Sa description et sa figure 11 de la planche III diffèrent en somme très peu de ma description et de ma figure 59 de la planche V. Ces différences sont sans doute dues à ce que nous n'avons pas opéré sur la même espèce. Mais il est intéressant de constater que la figure 11 du travail de M. Godfrin offre la plus grande ressemblance avec la figure 58 du présent mémoire, laquelle représente une coupe dans un ovule fécondé, presque arrivé à sa taille définitive, mais encore loin d'être mûr. Ceci et d'autres remarques encore me laissent à penser que, dans la plupart des cas, cet auteur s'est adressé, pour effectuer ses recherches, à des graines dont la maturité n'était pas encore accomplie.

Quant au péricarpe, son étude anatomique a été négligée jusqu'à présent. Il n'est pas hors de propos de signaler cependant que M. Lecoyer [2] attache assez d'importance à l'aspect extérieur de l'akène des *Thalictrum* au point de vue de la détermination des espèces. Or l'aspect extérieur résulte très souvent de la structure interne, surtout chez les fruits de *Thalictrum.*

(1) J. Godfrin, *op. cit.*, p. 67, pl. III, fig. 11.

(2) J.-B. Lecoyer, *Monographie du genre Thalictrum.* (Bulletin de la Soc. royale de botan. de Belgique, 1885, t. XXIV, p. 78.)

CHAPITRE III.

CLEMATIS VITALBA L.

Carpelle uniovulé par avortement; ovule anatrope unitégumenté ; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

Le développement du péricarpe dans le *Clematis* est plus simple encore que dans le *Thalictrum*. Aussi ne considérons-nous que deux des stades de ce développement : celui du carpelle dans le bouton floral qui est, certes, le plus intéressant; puis celui du carpelle dans la fleur au moment de son anthèse. Le troisième, celui du carpelle à la fin de sa croissance, n'offre aucun intérêt.

Stade 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

La gynécée du *Clematis* est dialycarpellé, à carpelles nombreux. Rappelons, d'après Payer [1], comment ceux-ci se développent :

« Chacun de ces carpelles a d'abord l'aspect d'une petite feuille dont les bords sont rapprochés et qui serait placée sur un petit tubercule. » (Fig. 65 : carpelle très jeune, en coupe optique, longtemps avant sa complète fermeture ; l'un des bords est indiqué par un trait continu, l'autre par un trait discontinu ; préparation provenant d'un bouton de moins de 1 millimètre.)

« Mais bientôt ce petit tubercule devient creux à l'intérieur et forme la loge ovarienne, tandis que toute la partie supérieure formée par cette sorte de feuille, dont les bords sont repliés, constitue le style et s'allonge démesurément. Il résulte de là que, à l'extérieur, la fente qui indique le rapprochement des deux

[1] Payer, *Traité d'organogénie de la fleur*, p. 253.

bords carpellaires ne descend que jusqu'au niveau de l'ovaire. » Si l'on pratique une coupe longitudinale passant par la suture dorsale suivant un plan antéro-postérieur, « on voit naître d'abord, immédiatement au-dessus de cette fente, un ovule puis quatre autres ovules disposés par paires sur chacun des bords rentrant du carpelle qui sont gonflés en placentas [1] » (fig. 66 : carpelle d'un bouton de 3 millimètres vu extérieurement, montrant comment les bords se recouvrent dans la majeure partie de l'étendue du prolongement styliforme et l'orifice ouvert ou acropyle au sommet de l'ovaire; par transparence, on voit l'ovule principal et les ovules rudimentaires; fig. 71 : ensemble de la coupe longitudinale dans un carpelle de fleur récemment flétrie). Ajoutons que la fente, qui indique le rapprochement des deux bords carpellaires, persiste tout le long de ce que Payer appelle le style.

En suivant le développement du carpelle, on peut s'assurer, il importe de le remarquer, que la fente carpellaire ne descend jamais jusqu'au bas du carpelle, chose que nous avons déjà signalée dans les deux types précédents; en dessous du niveau auquel cette fente s'arrête, s'élève, du côté de la face ventrale, un placenta sur lequel prend naissance l'ovule principal. Les ovules rudimentaires naissent, comme il vient d'être dit, sur les bords mêmes de la fente, au-dessus de l'ovule principal. Cette fente, au sommet de l'ovaire, reste ouverte et se présente comme un orifice triangulaire ou acropyle qui ne se ferme que longtemps après la fécondation (fig. 66 : jeune carpelle d'un bouton de 3 millimètres vu extérieurement).

Telle est l'histoire du premier développement du carpelle en relation avec celui de l'ovule.

Voyons maintenant ce qui a rapport à l'histogenèse.

Le carpelle jeune se compose de cinq assises de cellules toutes semblables, sauf l'*Ep. i.*, dont les cellules sont déjà un peu allongées longitudinalement (fig 67 : coupe longitudinale de l'ovaire lors de la fermeture des carpelles).

[1] Payer, *ibid.*

Plus tard, lorsque le bouton floral a 3 millimètres environ de diamètre, une assise est venue s'ajouter aux cinq autres ; elle se forme aux dépens de l'assise du milieu et semble correspondre au *Tf. m.* du *Ranunculus arvensis*. A ce moment, le prolongement styliforme de l'ovaire porte seul des poils. Mais par la suite, on peut voir l'ovaire lui-même se recouvrir de poils qui sont particulièrement nombreux le long de la suture dorsale, un peu moins à la suture ventrale (fig. 68 : coupe longitudinale d'un carpelle provenant d'un bouton de 7 millimètres).

STADE 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

L'ovaire présente sur les côtés six assises de cellules :

1° L'*Ep. e.*, dont les cellules sont un peu plus grandes que celles des autres assises et possèdent des parois externes épaisses recouvertes d'une cuticule ; les parois internes sont munies d'épaississements collenchymateux. On y trouve des poils.

2° Le *Tf. e.*, qui a deux assises de cellules parenchymateuses.

3° Le *Tf. m.*, qui présente une assise de cellules semblables aux précédentes.

4° Le *Tf. i.*, composé d'une assise de cellules un peu plus petites.

5° L'*Ep. i.*, à cellules étroites, allongées longitudinalement, à parois épaisses (fig. 69 : coupe transversale dans un carpelle d'une fleur épanouie; fig. 70 : ensemble de la même). La différenciation libéro-ligneuse s'est produite, un peu avant ce stade, dans les faisceaux du carpelle. Ceux-ci sont au nombre de deux; il ne s'en forme pas d'autres ; l'un suit la suture dorsale et s'étend jusque près de l'extrémité du prolongement styliforme ; l'autre parcourt la suture ventrale, pénètre tout entier dans le funicule, se prolonge dans le raphé et finalement s'épanouit à la chalaze de l'ovule principal (fig. 71 : coupe longitudinale d'ensemble d'un carpelle de fleur à la fin de l'anthèse). Les ovules rudimentaires ne reçoivent pas de faisceau.

Quant à la structure de ces faisceaux, elle est représentée par la fig. 69. On y remarque que le *Tf. e.* est entièrement collenchymateux contre le faisceau.

Le péricarpe se développe ensuite sans presque rien changer à la nature et au nombre de ses éléments. Il arrive ainsi à sa taille définitive et mûrit assez lentement.

Stade 4. — *Structure du péricarpe à la maturité.*

Dans une graine mûre, le péricarpe présente :

a) Un *Ep. e.*, dont les cellules isodiamétriques ont des parois externes épaisses recouvertes d'une cuticule d'épaisseur moyenne; les autres parois cellulaires sont minces (fig. 72 : coupe transversale dans le péricarpe d'un akène dix jours avant sa maturité; fig. 74 : *Ep. e.* du péricarpe mûr vu de face).

b) Un *Tf.* à cellules presque toutes semblables et isodiamétriques; quelques méats.

c) Un *Ep. i.*, qui a une assise de cellules fibreuses étroites, d'une longueur moyenne de 350 μ, à parois épaisses et ponctuées. Ces fibres, disposées longitudinalement, sont parfois écartées les unes des autres par suite de l'accroissement général du péricarpe (fig. 72 : coupe transversale d'un péricarpe peu avant sa maturité; fig 73 : coupe longitudinale du même; fig. 75 : *Ep. i.* vu de face).

Les deux faisceaux ne se sont guère développés; ils se réduisent à quelques trachées et au liber. Pas de productions secondaires.

Structure du prolongement styliforme. — Le prolongement styliforme possède à peu pres la même structure dans toute sa longueur :

Épiderme composé de cellules à peu près isodiamétriques et fortement bombées vers l'extérieur, à parois externes épaissies et recouvertes d'une cuticule fortement striée ; poils assez nombreux, surtout sur les bords accolés.

La cavité stylaire est toujours bien apparente.

Un faisceau occupe à peu près le centre de l'organe; il se compose de quelques trachées, de liber, de fibres primitives à parois minces et d'une gaine interrompue de sclérenchyme. Ce

faisceau parcourt le style depuis la base jusqu'au sommet. Il n'est que le prolongement du faisceau qui longe la suture dorsale du carpelle.

§ 2. — LE SPERMODERME.

L'ovule du *Clematis vitalba* est anatrope et pendant; le raphé est tourné vers la suture dorsale comme dans le *Thalictrum;* mais il ne possède qu'un tégument et il est accompagné de quatre ovules rudimentaires (fig. 71).

STADE 1. — *Ovule dans le bouton floral.*

Nous avons vu où l'ovule prend naissance; il se présente d'abord sous forme d'un petit mamelon hémisphérique dont l'allongement est, dans le principe, dirigé horizontalement vers la suture dorsale.

Mais avant de toucher celle-ci, le sommet de l'ovule s'infléchit vers le bas, puis revient vers la suture ventrale et finalement se dresse verticalement, le micropyle en haut dirigé vers l'orifice triangulaire dont il a été question plus haut.

Pendant que s'opère cette révolution, l'ovule se complète : son unique tégument se forme par un recloisonnement cellulaire qui débute dans les cellules épidermiques (fig. 76; coupe longitudinale dans l'ovaire d'un bouton de 3 millimètres; rud. = ovules rudimentaires). A ce moment se sont produits, au sein du nucelle, les cloisonnements et les spécialisations qui président à la formation du sac embryonnaire ([1]). L'épiderme du nucelle se montre constitué d'une assise de cellules aussi bien à son sommet que partout ailleurs; il conserve définitivement ce caractère.

Le tégument s'accroît assez rapidement et présente tout au début trois assises de cellules (fig. 77, coupe longitudinale dans

([1]) Pour plus de détails sur la formation du sac embryonnaire, voir L. GUIGNARD, *Recherches sur le sac embryonnaire*, p. 33, pl. XI, et J. VESQUE, *Nouvelles recherches sur le sac embryonnaire.* (ANN. SC. NAT., 6e sér., t. VIII, p. 327.)

un ovule provenant d'un bouton de 4 millimètres). Ce nombre est porté bientôt à cinq ou six.

Une cellule-mère du sac embryonnaire s'individualise aussi dans chacun des ovules rudimentaires; mais elle y est contiguë à l'épiderme, ce qui n'est pas le cas dans l'ovule principal jeune. Les quatres ovules rudimentaires restent à l'état de mamelons sans se recouvrir d'aucune enveloppe (fig. 78).

STADE 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

L'ovule est devenu entièrement anatrope; il n'est revêtu que d'un seul tégument qui possède cinq ou six assises de cellules dont l'externe forme l'*Ep. e. T.;* les trois ou quatre moyennes constituent le *Tf. T.;* l'interne est l'*Ep. i. T.* Toutes les cellules sont semblables.

L'assise externe du nucelle consiste en un *Ep. N.* qui est simple dans toute son étendue. Au sommet, cet épiderme est, à ce stade, en contact avec le sac embryonnaire, par suite de la résorption, en cet endroit, des éléments que Guignard et Vesque ont appelés cellules de la calotte (fig. 79 : coupe longitudinale d'un ovule pris dans un bouton sur le point de s'épanouir; fig. 80 id. en coupe transversale; fig. 70 : ensemble de la coupe transversale).

Le contact s'élargit peu à peu, parce que la résorption gagne aussi les cellules « en éventail » [1] qui entourent le sac embryonnaire.

Cette disposition se maintient pendant assez longtemps; nous la retrouvons au début du stade suivant.

STADE 3. — *Ovule à la fin de sa croissance.*

Après la fécondation, les cellules du tégument s'accroissent dans le sens tangentiel et la différenciation libéro-ligneuse se manifeste dans le faisceau du raphé (fig. 81 : coupe transversale dans l'ovule d'un ovaire fécondé de 1 millimètre, ensemble; fig. 82 : même coupe, région latérale).

[1] L. GUIGNARD, *loc. cit.*

Par la suite, l'*Ep. e. T.* et le *Tf. T.* ne changent guère d'aspect; mais l'*Ep. i. T.* épaissit la paroi interne de ses cellules.

Quant au nucelle, les cellules de l'*Ep. N.* s'allongent d'abord radialement; cette assise résiste encore longtemps à l'envahissement de l'albumen; il n'en est pas de même du *Tf. T.*, qui disparait de plus en plus par résorption et qui ne forme plus guère qu'une lame épaisse séparant l'albumen naissant du restant du nucelle (fig. : 83 coupe transversale dans un ovule d'un ovaire de 2 millimètres, portion latérale).

STADE 4. — *Structure du spermoderme à la maturité.*

Tégument : a) *Ep. e. T.* à cellules allongées dans le sens longitudinal, à parois minces, non ponctuées, fortement aplaties (fig. 84 : coupe longitudinale dans le spermoderme d'une graine à peu près mûre; fig. 85 : coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'une graine mûre traitée par l'eau de javelle et la potasse; fig. 86 : coupe transversale dans le spermoderme d'une graine bien mûre, traitée par la potasse; fig. 90 : *Ep. e. T.* vu de face), sauf du côté du raphé et au bord opposé (fig. 87 : coupe transversale dans le spermoderme d'une graine mûre mais non desséchée encore).

b) *Tf. T.* à trois ou quatre assises de cellules à parois minces allongées suivant l'axe de la graine parfois de plus de $0^{mm},2$ (fig. 84 déjà citée; fig. 91; *Tf. T.* vu de face). Ce *Tf. T.* est fortement écrasé (fig. 88 : coupe transversale faite à sec dans une graine mûre et déposée dans la glycérine anhydre; fig. 89 : coupe semblable mise dans l'eau).

Le raphé est parcouru par un faisceau composé de quelques trachées, du liber et de quelques fibres libériennes (fig. 87).

c) *Ep. i. T.* à caractères pareils à ceux de l'*Ep. i. T.* du *Ranunculus arvensis :* cellules à section rectangulaire; parois internes épaisses; cloisons latérales recouvertes d'épaississements frangés sclérifiés (fig. 84, 85, 86, et 87). Sur une coupe faite à sec et observée dans la glycérine anhydre ou même dans l'eau, on ne voit pas les cavités cellulaires ni les cloisons radiales de cette assise (fig. 88 et 89). Mais la potasse ou l'eau de javelle

rendent visibles tous les détails de la coupe (fig. 85 et 86). De face, l'*Ep. i. T.* montre des cellules polygonales ou allongées transversalement dont la paroi du fond (interne), brune et striée, est assez opaque. Les cavités cellulaires ne peuvent se voir (fig. 92).

Nucelle : complètement écrasé, formant une lame cornée cellulosique entre l'albumen et l'*Ep. i. T.*, colorable en bleu par le chlorure de zinc iodé (fig. 85, 86 et 89). Dans le voisinage du raphé, l'*Ep. N.* persiste cependant; il s'y trouve sous forme de cellules prismatiques allongées longitudinalement avec des épaississements fibrillaires sur les parois radiales (fig. 84 et 87).

Albumen. — L'albumen, dans le *Clematis Vitalba*, est semblable à celui du *Ranunculus*.

NOTE CRITIQUE.

Quelques divergences d'opinion se sont produites au sujet de l'organisation de l'ovule et de la graine de *Clematis*.

Tous les botanistes sont d'accord pour reconnaître l'existence d'ovules rudimentaires au nombre de deux ([1]), trois ([2]) ou quatre ([3]). Mais, chose bizarre, il n'en est pas de même pour ce qui concerne le nombre des téguments : alors que Vesque et Guignard et, après eux, Engler et Prantl ([4]) n'ont reconnu l'existence que d'un seul tégument dans l'ovule du *Clematis*, il est étonnant de voir M. Van Tieghem affirmer que cet ovule est pourvu de deux téguments ([5]). Peut-être s'est-il laissé influencer dans cette idée par l'organogéniste Payer, quand celui-ci dit : « L'ovule (du *Clematis*) se revêt de ses enveloppes », ce qui fait croire que cet auteur aurait vu aussi une primine et une secondine.

([1]) L. GUIGNARD, *loc. cit.*
([2]) VESQUE, *loc. cit.*
([3]) PAYER, *loc. cit.*
([4]) ENGLER et PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 1888, pp. 52 et 61.
([5]) PH. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*, 2e édit., 1891.

Quant à M. Godfrin ([1]), sa description du spermoderme de *Clematis Viorna* est exacte; mais la figure qu'il en donne ne l'est pas; en effet, puisque toutes les figures accompagnant son mémoire ne représentent pas autre chose que des spermodermes, celle en cause ici semble représenter un spermoderme dont l'assise externe serait composée de cellules épidermiques à parois très épaissies, ce qui est une erreur. L'auteur paraît s'en être rendu compte dans sa description, mais encore ne le dit-il pas bien clairement.

([1]) Godfrin, *op. cit.*, p. 66.

CHAPITRE IV.

HELLEBORUS FŒTIDUS L.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope unitégumenté; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

STADE 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

Dans les péricarpes des Renonculacées à fruits polyspermes, le nombre d'assises cellulaires est assez grand déjà dès le début de la fermeture des feuilles carpellaires, c'est-à-dire longtemps avant l'apparition des mamelons ovulaires. Il en est ainsi dans l'Hellébore.

Une coupe transversale dans un carpelle extrait d'un bouton floral de 8 millimètres (fig. 93 et 94) présente la structure suivante :

Un *Ep. e.* à cellules déjà assez grandes, à parois externes un peu épaissies; de courts poils en forme de massue viennent prendre naissance aux dépens de cellules épidermiques restées plus étroites.

Le *Tf.* comprend en moyenne sept assises de cellules à parois minces, formant un parenchyme méatique. Il est très homogène et nous nous abstiendrons pour cela de le subdiviser, bien qu'il soit très probable que, au point de vue de l'histogenèse, on puisse également distinguer un *Tf. e.*, un *Tf. m.* et un *Tf. i.*

L'*Ep. i.* est constitué par une rangée de cellules à parois minces, plus petites que toutes les autres.

STADE 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

La structure ne diffère pas sensiblement de celle qui vient d'être exposée.

STADE 3. — *Carpelle à la fin de sa croissance.*

Les parois des cellules de l'*Ep. e.* s'épaississent beaucoup, surtout vers l'extérieur; on remarque de nombreuses ponctuations sur les cloisons latérales et les cloisons internes; en même temps ces cellules acquièrent un volume considérable (fig. 95 : coupe transversale d'un carpelle de 22 millimètres; fig. 96 : cellule épidermique d'un carpelle peu avant la maturité, en coupe transversale). Quant aux poils, leur extrémité libre se renfle de plus en plus en forme de tête pendant que la partie étroite épaissit sa paroi. Finalement, ces poils, dont la base incluse dans l'épiderme est restée étroite, sont soulevés par la croissance des cellules voisines auxquelles cette base adhère fortement, et il se forme entre eux et les cellules sous-jacentes du *Tf.* une lacune assez grande (fig. 95). Il n'existe pas de stomates à l'*Ep. e.*

Le *Tf.* présente actuellement dix ou onze assises. Les sept assises extérieures constituent un parenchyme lacuneux dont les cellules épaississent leurs parois. Les assises profondes, au contraire, à parois minces, s'affaissent de plus en plus.

Les parois des cellules de l'*Ep. i.* deviennent très épaisses (fig. 97 : coupe transversale d'une portion d'*Ep. i.*). Les latérales envoient vers l'intérieur de la cavité cellulaire des prolongements cellulosiques semblables à peu près à ceux qui se produisent dans les cellules du parenchyme foliaire des *Pinus*. Les cellules de l'*Ep. i.*, tabulaires et presque toutes de même taille, offrent des contours sinueux.

Les stomates sont localisés à l'*Ep. i.*; ils sont arrondis et sans cellules annexes (fig. 98 : *Ep. i.* vu de face).

STADE 4. — *Structure du péricarpe à la maturité.*

Le péricarpe mûr est un organe de consistance parcheminée. Il est devenu tel par suite de la disparition ou la dessiccation du contenu protoplasmique des cellules et de la subérification de leurs parois, d'où résulte l'affaissement ou l'écrasement de la plupart des cellules malgré la présence de parois épaisses.

Toutefois, les énormes cellules de l'*Ep. e.* restent assez visibles,

chose concevable étant donnée la grande épaisseur de leurs parois. Les ponctuations qui les garnissent sont assez larges et celles des parois latérales sont allongées perpendiculairement à la surface (fig. 96). Ces cellules épidermiques renferment encore un peu de protoplasme desséché.

Le *Tf.* est complètement écrasé.

Quant à l'*Ep. i.*, il est à peu près intact (fig. 97).

Parcours des faisceaux dans le péricarpe. — Entre l'insertion des dernières étamines et celle des carpelles, il existe une courte région où l'axe floral est nu. A cet endroit, il existe neuf faisceaux normalement orientés et disposés en cercle : ils constituent trois systèmes LML, dans chacun desquels le médian M est plus étroit que les latéraux L (fig. 99).

Bientôt les trois M s'incurvent brusquement en dehors, tandis que les L d'un même système, en poursuivant leur trajet, se tournent et se présentent l'un à l'autre leur bois (fig. 100). Chacun des trois carpelles reçoit un système LML; M y suit la suture dorsale, tandis que les L se prolongent à droite et à gauche de la suture ventrale où leur orientation est telle que leur bois est tourné vers le centre du carpelle (fig. 101 et 102).

D'abord cohérents par la suture ventrale, les trois carpelles s'affranchissent au cinquième de leur longueur totale, tout en conservant à peu près la même structure (fig. 94). Les faisceaux L se relient au faisceau M par des anastomoses horizontales au nombre de dix-huit environ de chaque côté de la suture ventrale. Au sommet, le faisceau M se trifurque et, comme les L continuent, le style possède cinq faisceaux (fig. 103).

§ 2. — LE SPERMODERME.

Les ovules de l'*Helleborus fœtidus* L. sont anatropes et disposés dos à dos en deux séries le long de la suture ventrale du carpelle. Leur raphé est horizontal. Ils possèdent un tégument.

STADE 1. — *Ovule dans le bouton floral.*

Dans son étude sur les Conifères (¹), Strasburger nous apprend que lors de la formation du tégument de l'ovule du *Delphinium elatum*, on voit apparaître successivement, à la base du mamelon ovulaire, l'ébauche de deux téguments, lesquels ne se développent guère chacun pour son propre compte, mais sont bientôt soudés en une base commune qui s'accroît pour constituer le tégument unique qui, sur la coupe longitudinale, présente un repli à son sommet.

Il doit en être ainsi également dans l'ovule de l'*Helleborus fœtidus* L. Car, dans un bouton de fleur de 8 millimètres (fig. 104 : coupe longitudinale de l'ovule), le tégument épais de sept ou huit assises cellulaires montre au sommet deux lobes qui forment un repli assez profond et bien distinct. Quatre ou cinq de ces assises pourraient être attribuées à la partie externe du tégument et trois à l'interne.

Au nucelle, l'*Ep. N.* présente, au sommet, plusieurs assises, comme c'est le cas dans le *Ranunculus*. Le *Tf. N.* est assez épais et comprend un sac embryonnaire relativement étroit, qui touche à l'*Ep. N.* du sommet (fig. 105 : dessin d'ensemble).

STADE 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

Il existe, à ce stade, neuf ou dix assises de cellules dans le tégument. On voit toujours au sommet le repli dont il a été question au stade précédent.

Les cellules du *Tf. T.* se sont allongées parallèlement au grand axe de l'ovule.

Bien que le sac embryonnaire se soit assez agrandi, le nucelle, outre son *Ep. N.*, se compose de trois ou quatre assises de *Tf. N.*

Enfin, dans le raphé, le faisceau commence à se différencier en bois et en liber.

La taille actuelle de l'ovule est, très approximativement, de $1^{mm},08$ (coupe longitudinale de l'ovule, fig. 106 : ensemble;

(¹) ED. STRASBURGER, *Die Coniferen*. Jena, 1872, p. 415.

fig. 107 : partie moyenne du tégument, fig. 108 : sommet du tégument du même ovule).

Stade 3. — *Ovule à la fin de sa croissance.*

L'ovule reste assez longtemps ainsi avant qu'il se produise de différenciation en une quelconque de ses parties, à part évidemment celles qui se passent dans le sac embryonnaire.

Ce n'est que quand le carpelle a atteint 12 millimètres de longueur que, dans l'*Ep. e. T.*, la paroi externe des cellules s'épaissit, sauf au centre de sa surface où elle reste mince et commence à se prolonger sous forme d'excroissance piliforme (fig. 109 : coupe longitudinale de l'ovule et fig. 110 : ensemble).

Un peu plus tard, les éléments du *Tf. T.* s'arrondissent en formant entre eux des méats. Ces cellules grandissent assez bien, tandis que celles de l'*Ep. i. T.* restent petites (fig. 111 : coupe longitudinale ; fig. 113 : coupe transversale de l'ovule d'un ovaire de 16 millimètres).

Le sac embryonnaire, devenu cylindrique, occupe bientôt toute la longueur du nucelle (fig. 112 : coupe longitudinale du même ovule, ensemble) ; quant à la région du raphé, elle proémine fortement (fig. 114 : ensemble de la coupe transversale).

Tous ces caractères s'accentuent encore. Mais les assises profondes du *Tf. T.* s'aplatissent, la paroi interne de l'*Ep. i. T.* s'épaissit et le *Tf. N.* se résorbe d'une façon sensible à l'époque où l'albumen se constitue en tissu (fig. 115 : coupe transversale dans un ovule d'un carpelle de 25 millimètres; fig. 116 : ensemble; fig. 117 : coupe transversale dans un ovule peu avant la maturité; fig. 118 : ensemble).

Stade 4. — *Structure du spermoderme à la maturité.*

Si l'on s'adresse à une graine tout récemment mûre, noire et contenue dans un follicule déjà parcheminé, une coupe transversale faite en son milieu montre (fig. 119) :

A. Un *spermoderme* constitué par le tégument et ce qui reste du nucelle ;

B. Un *albumen* volumineux, semblable à celui des graines précédemment étudiées.

Le *tégument* comprend huit ou neuf assises de cellules facilement reconnaissables sans aucun apprêt, parce que leur aplatissement n'est pas plus considérable qu'au stade précédent. Ce sont :

1° L'*Ep. e. T.*, formé de cellules à peu près cubiques dont la paroi externe presque incolore est fortement épaissie, l'épaississement envahissant la moitié environ des cloisons radiales dont le reste demeure mince, ainsi que les cloisons internes. Les excroissances piliformes et creuses ont des parois cutinisées. Primitivement en communication avec la cavité de la cellule, elles en sont complètement séparées actuellement par suite de l'oblitération graduelle et complète du canalicule, dont il ne reste plus de trace (fig. 119 déjà citée et fig. 120 : *Ep. e. T.*, vu de face);

2° Le *Tf. T.*, qui comprend six ou sept assises; sur la coupe en question (fig. 119), elles n'ont guère subi d'aplatissement, bien que les cellules aient des parois minces;

3° L'*Ep. i. T.*, formé par une assise de cellules plates, non écrasées, à paroi interne épaisse, dont les franges sont à peine marquées, offrant, vues de face par l'intérieur, une légère striation (fig. 121) et contenant une matière solide, friable et fortement colorée en brun foncé. Le suc que contiennent ces cellules présente la même coloration.

Il est à remarquer que, dans cet état, tous les tissus de la graine ont les parois incolores. Mais pendant que la dessiccation s'opère, les cellules meurent et le suc des cellules de l'*Ep. i. T.* se répand sur presque toutes ces parois qui, par le fait, deviennent noirâtres.

Les couches de *Tf. T.*, si écrasées dans la graine à l'état sec (fig. 124 : coupe transversale d'une graine sèche mise dans la glycérine), se reconstituent assez aisément sous l'action de la potasse (fig. 122 : coupe transversale d'une graine sèche ayant séjourné dans la potasse pendant dix jours). Mais l'eau ne suffit pas (fig. 123 : coupe transversale d'une graine sèche mise dans l'eau).

Du *nucelle*, il reste encore deux ou trois assises de cellules, excepté du côté du raphé où elles sont plus nombreuses encore.

La plus externe est l'*Ep. N.;* elle est formée de cellules prismatiques allongées longitudinalement.

La partie nucellaire du spermoderme de graine mûre se comporte, vis-à-vis des réactifs, de la même manière que le *Tf. T.* Elle se sépare facilement de la partie tégumentaire du spermoderme. Après la dessiccation de la graine, toutes les parois cellulaires du spermoderme sont subérisées, excepté celles qui étaient auparavant cutinisées (portion de la paroi externe de l'*Ep. e. T.*).

NOTE CRITIQUE.

En 1846, Barnéoud [1] affirma que l'ovule de l'*Helleborus* possédait deux téguments. Il prétendit même que ce caractère était fondamental chez toutes les Renonculacées; s'il en est qui semblent n'en avoir qu'un seul, c'était, dit-il, par suite d'avortement ou de concrescence; mais dans le tout premier âge de l'ovule, on aurait pu, d'après cet auteur, retrouver des vestiges de l'existence des deux téguments. C'était généraliser trop; car si cette thèse est admissible pour l'*Helleborus*, elle est absolument fausse en ce qui concerne le *Ranunculus* et le *Clematis*. D'ailleurs, Barnéoud entre dans des considérations qui se ressentent de l'époque où ses recherches furent faites.

Tulasne [2], en 1855, étudia plus spécialement le sac embryonnaire. Il reconnut que celui de l'*Helleborus* est très grand; mais bien qu'il lui attribuât une forme ellipsoïde, la technique de l'époque était trop défectueuse, semble-t-il, pour qu'il pût en juger exactement, attendu qu'elle consistait à extraire le sac embryonnaire de l'ovule, chose assez difficile.

[1] Barnéoud, *Développement de l'ovule, de l'embryon, etc., dans les Renonculacées et les Violariées.* (Ann. des Sc. nat., 3e sér., t. VI, 1846.)

[2] Tulasne, *Nouvelles études d'embryologie végétale.* (Comptes rendus, t. XLI, p. 790.)

Mais, depuis, d'autres travaux ont vu le jour qui ont donné de l'ovule de l'*Helleborus* une description plus exacte; citons entre autres : Warming (1), Hegelmaier (2), Vesque (3), Guignard (4) et Engler et Prantl (5).

Quant au tégument de la graine mûre, il n'y a guère que Godfrin (6) qui s'en soit occupé; mes recherches confirment les siennes, sauf en ce qui concerne :

1° Le contenu brun noir qui existerait dans les cellules de l'*Ep. e.*, dont la paroi très épaisse serait noire;

2° Le *Tf.* dont les cellules seraient semblables à celles de l'*Ép. i.* et auraient des parois épaisses.

Il est vrai que cet auteur s'est adressé aux graines d'*Helleborus orientalis* Lamk., que je n'ai pas eu l'occasion d'examiner; le seul contenu que j'aie trouvé dans les cellules de l'*Ep. e. T.* est un peu de protoplasme desséché et jauni. Quant aux autres particularités, je me suis assez expliqué plus haut.

Van Tieghem (7) a étudié le parcours des faisceaux dans le péricarpe. Nos descriptions concordent absolument.

(1) Warming E., *De l'ovule.* (Ann. des Sc. nat., 6e sér., t. V, 1878.)

(2) Hegelmaier, *loc. cit.*, p. 31.

(3) Vesque, *loc. cit.*, p. 330.

(4) Guignard, *loc. cit.*, p. 34.

(5) Engler et Prantl, *loc. cit.*, p. 52.

(6) J. Godfrin, *loc. cit.*, p. 73.

(7) Ph. Van Tieghem, *Recherches sur la structure du pistil.* Paris, 1871, p. 32, pl. I, fig. 39 à 46.

CHAPITRE V.

DELPHINIUM AJACIS L.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

STADE 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

Dans un bouton de 7 millimètres, l'ovaire est glabre encore; une coupe transversale faite en son milieu montre sept assises de cellules y compris l'*Ep. e.* En général, les cellules de cet épiderme sont isodiamétriques; mais on en voit beaucoup qui se recloisonnent radialement; une partie des cellules étroites ainsi formées vont reprendre les caractères des cellules épidermiques; les autres se transforment en poils (fig. 125). Ceux-ci atteignent bientôt 300 μ de longueur et sont alors bicellulaires, la cellule de base étant quatre fois plus courte que l'autre (fig. 126 : *Ep. e.* d'un carpelle de bouton de 9 millimètres en coupe transversale).

Au *Tf.*, il y a cinq assises de cellules laissant entre elles des méats. Les deux externes constituent le *Tf. e.*; la médiane présente les caractères d'un *Tf. m.*; en effet, de distance en distance, certaines cellules se recloisonnent assez activement de manière à former de petits massifs de procambium qui se développent de plus en plus. Les deux assises internes représentent le *Tf. i.*

Enfin l'*Ep. i.* est l'assise qui tapisse intérieurement la cavité de l'ovaire.

STADE 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

Le nombre des assises cellulaires est porté à dix environ (fig. 127 : coupe transversale d'un carpelle pris dans un bouton

sur le point de s'épanouir). Cette dernière figure comprend un des poils unicellulaires renflés à leur base que nous nommerons poils ventrus. Ces poils, très nombreux peu avant l'épanouissement, le sont beaucoup moins pendant l'anthèse. Ils sont longs de 462 μ environ, dont les cinq sixièmes reviennent à la partie effilée, obtuse au bout. Ils sont d'ailleurs répandus sur tout le corps de la plante [1] et semblent provenir des poils bicellulaires préexistants dont la cellule terminale serait tombée, ce qui permettrait à la cloison transversale de se développer en un long prolongement, tandis que la partie inférieure se renflerait.

Il en est peut-être de même des poils d'une autre sorte qui existent encore à l'*Ep. e.* Ils sont unicellulaires aussi, mais non renflés et moins longs (257 μ), et tandis que les poils ventrus dressent parfaitement leur partie effilée, ceux-ci sont toujours pliés ou tout au moins fortement recourbés. Primitivement peu nombreux, ils le sont davantage lors de l'anthèse. (Cf. les figures d'ensemble 128 et 129.)

Quant aux cellules épidermiques ordinaires, elles commencent à épaissir leurs parois tangentielles.

A l'*Ep. i.*, il en est ainsi également, mais certaines cellules produisent chacune une petite excroissance piliforme vers l'intérieur de la cavité ovarienne, bien visible surtout un peu avant l'épanouissement (fig. 127).

Il est à remarquer que la chlorophylle prend naissance avant l'épanouissement des fleurs; cela résulte sans doute de ce que les enveloppes florales sont suffisamment transparentes à une partie, au moins, des rayons actifs.

Stade 3. — *Carpelle à la fin de sa croissance.*

La taille définitive d'un carpelle est de 25 millimètres à peu près. Il renferme alors des graines blanches qui ne tarderont pas à noircir. Une coupe transversale présente (fig. 130):

a) Un *Ep. e.* dont les cellules ont une paroi externe très épaisse, revêtue d'une cuticule lisse bien visible; les parois

[1] C. Lenfant, *loc. cit.*

internes et latérales sont moins épaisses; ces dernières sont, en outre, ponctuées (fig. 131 : *Ep. e.* vu de face). Poils de deux sortes : les uns, très recourbés, à parois très épaisses, recouvertes de petits tubercules (fig. 133); les autres, dressés, ventrus, à parois plus minces et lisses, renfermant une substance jaune rougissant par la potasse (fig. 134). L'insertion des poils est polygonale dans les deux cas (fig. 131); mais elle est plus large dans le premier que dans le second.

Les stomates, formés peu après la fécondation, sont dépourvus de cellules annexes (fig. 131). Ils sont superficiels et présentent deux replis saillants de la cuticule (fig. 132 : coupe transversale d'un carpelle de 15 millimètres).

b) Un *Tf.* dans lequel la division en *Tf. e.*, *Tf. m.* et *Tf. i.* n'est plus reconnaissable, mais où il y a lieu de distinguer, à un autre point de vue, deux régions :

1° Un hypoderme; c'est l'assise la plus externe dont les cellules, dépourvues de chlorophylle, ont les parois épaissies, tout au moins les parois externes et latérales;

2° Le *Tf.* parenchymateux à cellules isodiamétriques à parois minces, laissant entre elles des méats plus ou moins grands et renfermant de la chlorophylle; il comprend de cinq à sept assises cellulaires.

c) Un *Ep. i.* dont les cellules ont les parois superficielles fortement épaissies, de même que la majeure partie et parfois la totalité des parois latérales. Celles-ci portent de nombreuses ponctuations en canalicules. L'épaisseur de la paroi superficielle se divise en deux couches : l'une, plus mince, périphérique, est cellulosique; l'autre, plus épaisse vers l'intérieur de la cellule, est sclérifiée; c'est, avec la cuticule de l'*Ep. e.*, la seule partie du péricarpe qui se colore en jaune par le chlorure de zinc iodé, abstraction faite de la partie ligneuse des faisceaux, ainsi que du massif de sclérenchyme qui se trouve adossé au plus gros : le faisceau M (fig. 135). Les cellules de l'*Ep. i.* sont allongées transversalement (fig. 130); mais la chose n'est pas toujours apparente sur une coupe transversale (fig. 136 : coupe transversale du péricarpe mûr, dans la glycérine), à cause des nom-

breuses et fortes sinuosités que présentent les parois latérales. Pour s'en assurer, il faut avoir recours à des coupes tangentielles montrant cette assise de face (fig. 137).

Stade 4. — *Péricarpe à la maturité.*

La structure que nous venons de décrire au stade précédent ne subit aucune modification fondamentale dans le courant de la maturation. Le péricarpe ne fait que changer d'aspect; il devient sec et acquiert une consistance parcheminée. Le contenu des cellules disparait ou se dessèche; il en résulte que les cellules à parois minces récemment subérisées du *Tf.*, perdant leur turgescence, s'écrasent, s'affaissent les unes sur les autres, de manière qu'on les distingue assez difficilement (fig. 136 : coupe transversale du péricarpe mûr). L'action prolongée de la potasse peut de nouveau les rendre visibles. Seuls, les deux épidermes et quelque peu l'hypoderme résistent à l'affaissement à cause de l'épaisseur de leurs parois.

Toute cette enveloppe constitue le fruit sec, membraneux et déhiscent que l'on appelle follicule.

Parcours des faisceaux dans le péricarpe. — Dans le *Delphinium Ajacis,* le gynécée de la fleur ne comprend qu'un seul carpelle; le fruit n'est constitué que par un follicule. Immédiatement en dessous du carpelle se trouve l'insertion des étamines. Aussi l'extrémité du pédicelle qui supporte le fruit est-elle constituée par le réceptacle lui-même; nous avons vu qu'il en était autrement dans l'Hellébore.

Une coupe faite dans cette extrémité montre un cercle de faisceaux interrompu par cinq faisceaux sortant dans les étamines.

Tout à la base du carpelle, on ne trouve plus de sortants; le cercle libéro-ligneux est remplacé par cinq faisceaux, L*i*M*i*L, qui se subdivisent en un certain nombre de nouveaux faisceaux *i'*, *i''*, etc.; enfin les L donnent naissance chacun, du côté de la suture ventrale, à un petit faisceau *m* (marginal) qui rentre dans L au niveau de l'insertion des premiers ovules; de nom-

breuses anastomoses obliques et horizontales relient entre eux les faisceaux M, *i* et L. A part l'existence des deux faisceaux *m*, le parcours est ici très semblable à celui du péricarpe de *Ranunculus arvensis*. La principale différence est que, dans le *Delphinium*, les faisceaux ont un trajet à peu près rectiligne et non sinueux comme dans le *Ranunculus*. Leur nombre est de seize à dix-huit; seuls, le médian et les latéraux présentent un massif de sclérenchyme en arrière du liber (fig. 138 : ensemble d'une coupe transversale dans un carpelle).

§ 2. — LE SPERMODERME.

Les ovules de *Delphinium Ajacis* sont anatropes, disposés dos à dos en deux séries le long de la suture ventrale du carpelle. Leur raphé est horizontal; ils possèdent deux téguments.

Stade 1. — *Ovule dans le bouton floral.*

Les débuts de la courbure anatrope du mamelon ovulaire coïncident avec l'apparition de la secondine sous forme de bourrelet circulaire et de la cellule mère du sac embryonnaire. Dès ce moment déjà, on voit se former des recloisonnements tangentiels dans les cellules de l'*Ep. N.* (fig. 139 : coupe longitudinale dans un ovule d'un ovaire provenant d'un bouton de 5 millimètres).

Bientôt se forme la primine aux dépens à la fois de recloisonnements de l'épiderme et du *Tf.* du mamelon. Mais ce n'est que dans un bouton de 9 millimètres que les ovules sont devenus complètement anatropes. On y trouve alors une primine comprenant trois ou quatre assises de cellules et une secondine qui n'en possède que deux. Le sac embryonnaire est formé; il est séparé de l'*Ep. N.* double au sommet par un rang de cellules du *Tf. N.* A ce stade, le sommet du nucelle est encore à nu (fig. 140).

Stade 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

Quelque temps avant l'épanouissement, la primine et la secondine se sont développés, cette dernière jusqu'à recouvrir entièrement le nucelle. Celui-ci d'ailleurs a grossi beaucoup aussi; mais c'est surtout l'*Ep. N.* qui s'est multiplié d'une façon remarquable (fig. 141 : coupe longitudinale d'un ovule pris dans un bouton sur le point de s'épanouir).

C'est ainsi que l'ovule adulte, tel qu'on le trouve dans une fleur fraîchement épanouie, présente :

Primine : un *Ep. e. P.* d'une assise de cellules; un *Tf. P.* de deux ou trois assises; un *Ep. i. P.*

Toutes les cellules sont semblables.

Secondine : un *Ep. e. S.* d'une assise de cellules; un *Ep. i. S.* d'une assise également.

Les bords de la secondine sont renflés et comprennent trois ou quatre étages de cellules provenant du recloisonnement de l'*Ep. i. S.*

Quant au *nucelle,* il présente un *Ep. N.* remarquable par le nombre des assises de cellules — six ou sept — qui se forment au sommet. Après la fécondation, elles deviennent encore plus nombreuses.

Le sac embryonnaire est plongé au sein du *Tf. N.*; il touche cependant à l'*Ep. N.* au sommet; il n'est pas très volumineux, environ 100 μ de longueur sur 49 μ de largeur. Mais il s'accroît aussitôt après la fécondation en même temps que le *Tf. N.* se résorbe.

Stade 3. — *Ovule à la fin de sa croissance.*

Peu de temps après la fécondation, les différentes parties de l'ovule subissent d'importantes transformations. Ainsi à l'*Ep. e. P.*, les cellules s'agrandissent fortement, alors que les autres cellules restent relativement petites et que celles de l'*Ep. e. S.* commencent à s'écraser. Bientôt les cellules de l'*Ep. e. P.* présentent à la paroi externe une gibbosité qui ne fait que s'accroître, en même temps que tout le corps des cellules s'allonge suivant l'axe de l'ovule. Sur ces entrefaites, ces

cellules et celles du *Tf. P.* se remplissent d'amidon qui est formé en majeure partie de grains composés; l'*Ep e. S.* s'écrase de plus en plus et les cellules de l'*Ep. i. S.* s'allongent dans le même sens que celles de l'*Ep. e. P.*

Le nucelle se résorbe graduellement, et il n'en reste bientôt que l'*Ep. N.* (fig. 142 : ovule d'un ovaire de 15 millimètres; fig. 143 : ovule d'un ovaire de 18 millimètres en coupe longitudinale; fig. 144 : en coupe transversale).

Ensuite les parois externes des cellules bossues de l'*Ep. e. P.* s'épaississent en se recouvrant de nombreuses petites verrues; l'*Ep. i. P.* commence à s'écraser à son tour, de manière à former avec l'*Ep. e. S.* une sorte de lame cornée. L'*Ep. i. S.* épaissit aussi la paroi interne de ses cellules (fig. 145 et 146 : coupes longitudinale et transversale d'un ovule provenant d'un ovaire de 20 millimètres).

L'ovule atteint bientôt sa taille définitive. Certains de ses éléments constitutifs s'épaississent, tandis que d'autres s'écrasent. Il devient une graine qui est d'abord blanche, mais qui noircit bientôt par une substance bleu foncé que sécrète le protoplasme des cellules de l'*Ep. e. P.* et qui colore les parois après la mort de ces cellules. Ces deux états de la graine n'étant que très peu différents, nous les réunirons sous le même stade.

STADE 4. — *Spermoderme à la maturité.*

Le spermoderme est formé par la primine, la secondine et le nucelle.

a) La *primine* se compose de six ou sept assises cellulaires.

L'*Ep. e. P.* est formé de cellules longues de 244 μ, larges de 10 μ, présentant chacune, vers le milieu de leur longueur qui est parallèle au grand axe de la graine, une bosse creuse, haute de 139 μ environ, constituée par un repli de la paroi externe qui est très épaisse, — 25 μ en moyenne, — striée parallèlement à la surface et hérissée de petites verrues à l'extérieur. Les autres parois sont demeurées minces et sont repliées contre l'externe avec les éléments des autres tissus écrasés. Telle est la forme et la constitution d'une cellule épidermique considérée isolément

(fig. 151 : coupe longitudinale d'une graine blanche). Mais comme on l'a déjà pu remarquer aux stades précédents (fig. 144 et 146), sur une coupe transversale de l'ovule, les cellules de l'*Ep. e. P.* peuvent se présenter sous deux aspects différents : sous forme de cellules tabulaires ou sous forme de cellules en palissade (fig. 147, 148, 149, 150 : coupes transversales dans des graines plus ou moins mûres). Ces deux aspects trouvent leur explication dans l'examen d'un lambeau d'*Ep. e. P.* vu par la face externe. A l'œil nu, et mieux à la loupe, on voit que la surface de la graine présente une succession assez régulière, à première vue, de crêtes et de sillons. Ces crêtes dessinent plutôt une hélice autour de la graine; elles ne sont donc pas tout à fait transversales (fig. 152 : graine entière). C'est pourquoi une coupe transversale peut présenter les cellules de l'*Ep. e. P.* sous les deux aspects à la fois (fig. 144, 146 et 149). D'ailleurs, ces crêtes sont très sinueuses et elles ne sont pas toutes continues (fig. 153 : lambeau de l'*Ep. e. P.* vu par l'extérieur). Si la sinuosité est très forte comme au point x de cette figure, une coupe passant par là montrera une cellule coupée longitudinalement avec sa bosse, à côté d'autres ayant l'aspect de cellules tabulaires (fig. 148). Étant données la forme des cellules épidermiques, la disposition des crêtes, et si l'on ajoute à cela l'aspect d'un lambeau de l'*Ep. e. P.* vu à un fort grossissement par la face externe, on reconnaîtra que les crêtes résultent simplement de la juxtaposition des bosses des cellules épidermiques qui, elles-mêmes, sont disposées en séries transversales légèrement obliques (fig. 154 et 155 : détails de la fig. 153); et, en dernière analyse, nous concluons que les cellules de l'*Ep. e. P.* sont d'une seule sorte.

Le *Tf. P.* comprend quatre ou cinq assises de cellules à parois minces, reconnaissables encore dans les graines blanches, mais absolument écrasées dans les graines noires.

L'*Ep. i. P.* est entièrement écrasé aussi.

b) La *secondine* est formée de deux assises :

L'*Ep. e. S.* est écrasé depuis longtemps.

L'*Ep. i. S.* est très reconnaissable, même dans une graine sèche; il se compose de cellules longues de 100 μ environ et

larges de 5 μ. Cette assise cellulaire est caractérisée par l'existence d'épaississements frangés semblables à ceux que nous avons vus dans le *Ranunculus* et le *Clematis*. Seulement, ils ne sont bien apparents que sur une coupe longitudinale (fig. 156 : l'*Ep. e. P.* y est enlevé et fig. 151), et sur un lambeau de l'*Ep. i. S.* vu par la face interne (fig. 157).

c) Le *nucelle* n'est représenté que par l'*Ep. N.* qui, écrasé en grande partie, réapparait souvent par la potasse; ce sont des cellules à peu près cubiques, à parois minces, ayant environ 42 μ de hauteur (fig. 150 déjà citée et fig. 158 : coupe transversale d'une graine mûre traitée par l'eau).

Albumen formé de cellules à parois épaisses contenant de l'aleurone en grains assez gros (fig. 158).

Quand on examine, dans la glycérine anhydre, une coupe faite à sec dans une graine sèche, on n'y voit de distinct que la paroi externe de l'*Ep. e. P.*, l'assise de l'*Ep. i. S.*, parfois l'*Ep. N.* et l'albumen. Entre la paroi externe de l'*Ep. e. P.* et l'*Ep. i. S.*, on aperçoit une lame assez épaisse, amorphe, grisâtre; elle est formée de tous les éléments à parois minces compris entre les deux couches considérées. Ainsi donc les parois internes et latérales minces de l'*Ep. e. P.*, tout le *Tf. P.*, l'*Ep. i. P.* et l'*Ep. e. S.* concourent à sa formation. Son aspect ne se modifie pas dans l'eau (fig. 158). La potasse même reste pour ainsi dire sans effet. Il n'y a que les cellules de l'*Ep. e. P.* qui deviennent distinctes. Ce réactif donne une coloration spéciale à la partie de la lame amorphe provenant de l'*Ep. e. S.* Au surplus, le tout, à part les cellules de l'albumen, prend une coloration jaune par le chlorure de zinc iodé.

NOTE CRITIQUE.

Barnéoud [1] considère les crêtes de la graine comme formées par des « plissements horizontaux de la primine » tout entière.

C'est à propos du *Delphinium* que Warming [2] a émis cette

(1) Barnéoud, *loc. cit.*

(2) Warming, *loc. cit.*

idée empruntée à Strasburger ([1]), que le tégument unique de certains *Delphinium* provient de la soudure de la primine et de la secondine; car la somme des assises de ces deux téguments, dans les espèces qui les ont, n'est pas plus élevée que le nombre des assises de l'unique tégument de certaines autres espèces.

Cette idée est d'ailleurs partagée par Vesque ([2]), ou du moins cet auteur ne la rejette pas.

A mon avis, je ne crois pas qu'il s'agisse ici de soudure; mais il est bien plus probable que la croissance intercalaire de la partie basilaire commune joue un rôle prépondérant. C'est ce que nous nous proposons d'élucider dans la seconde partie, où nous étudierons le *Delphinium elatum*.

M. Godfrin ([3]), M. Herlant ([4]) et d'autres auteurs ([5]) se sont occupés du *Delphinium Staphisagria*. Ils y ont trouvé une structure différente de celle décrite ci-dessus au sujet du *D. Ajacis* pour tous les tissus et surtout pour l'*Ep. e. P*. Nous y reviendrons plus tard. Faisons seulement remarquer que Godfrin appelle épiderme externe du spermoderme l'assise la plus extérieure (*Ep. e. P.* ou *Ep. e. T.*, suivant les cas), et épiderme interne l'assise apparemment la plus intérieure sans s'inquiéter de savoir si celle-ci provient de la secondine ou de la primine, du tissu fondamental ou de l'un des épidermes de ces deux enveloppes ou même du nucelle. En somme, le travail de M. Godfrin et la note de M. Herlant sont des études empiriques des spermodermes des graines; mais l'œuvre de M. Godfrin est particulièrement propre à égarer le lecteur, parce qu'il donne un nom déterminé à des assises non déterminées. Quant à M. Herlant, il se contente de diviser les tissus tégumentaires en couche externe, couche moyenne et couche interne.

([1]) Strasburger, *loc. cit.*

([2]) Vesque, *loc. cit.*

([3]) J. Godfrin, *loc. cit.*, p. 69.

([4]) A. Herlant, *Caractères microscopiques de quelques graines officinales.* Bruxelles, 1882, p. 10.

([5]) Harz, *loc. cit.*, p. 1068. — Holfert, *loc. cit.*, p. 312.

G. Kraus (1) admet l'existence à l'*Ep. i.* du péricarpe du *Delphinium* de cellules isodiamétriques. C'est une erreur; on pourrait tout au plus les considérer comme tabulaires, bien que, à vrai dire, aucune des trois dimensions de ces cellules ne soit égale, la plus longue étant transversale, ainsi que nous l'avons montré.

(1) G. Kraus, *Ueber den Bau trockner Pericarpien.* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1866, Bd V, H. 1.)

CHAPITRE VI.

PÆONIA OFFICINALIS Retz.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

§ 1. — LE PÉRICARPE.

Le pistil est formé de deux ou trois gros carpelles allongés, surmontés chacun d'un stigmate subsessile. Ces carpelles sont fortement arqués en dehors longtemps avant la maturité. « Ils sont insérés au fond d'une coupe peu profonde provenant de la concrescence basilaire des sépales, pétales et étamines [1]. »

STADE 1. — *Carpelle dans le bouton floral.*

Peu de temps avant l'apparition, le long des placentas, des mamelons ovulaires, le carpelle, déjà fermé, comprend plusieurs assises de cellules à parois minces qui se recloisonnent activement en tous sens. Toutefois, vers le milieu de l'épaisseur du péricarpe existe une zone moyenne où les divisions tangentielles sont plus fréquentes (fig. 183 : coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 6 millimètres vers le milieu de la partie libre. Le dessin d'ensemble, fig. 184, représente le faisceau M seul différencié).

Bientôt après, des poils apparaissent sur l'*Ep. e.* Ce sont certaines cellules assez nombreuses de l'*Ep. e.* qui s'allongent sans se recloisonner. Presque en même temps, d'autres cellules de l'*Ep. e.* commencent à subir les premières transformations nécessaires pour produire des stomates.

Le *Tf.* se divise en trois régions : le *Tf. e.* dont les cellules sont plus ou moins anguleuses et où les méats sont rares; le

[1] PH. VAN TIEGHEM, *Traité de Botanique*. Paris, 1884, p. 1431.

Tf. m. dans lequel apparaissent de nombreux faisceaux ou anastomoses la plupart peu différenciés, disposés en cercle et parmi lesquels on peut distinguer trois principaux : le médian M qui se montrera bientôt après constitué par du bois, du liber et entre les deux une zone cambiale ; les latéraux L occupant leur position ordinaire; les autres faisceaux ont un parcours assez sinueux; il en résulte que ce *Tf. m.* est tourmenté : les cellules s'y recloisonnent volontiers — probablement pour donner naissance à des faisceaux — et il est rare d'y trouver un endroit où les cellules sont bien régulières (fig. 185 : coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 13 millimètres; portion du *Tf. m.*; fig. 186 : ensemble de la même coupe). C'est cette zone qui se caractérisait déjà auparavant par des cloisonnements tangentiels. Le *Tf. i.* est une région aussi épaisse que le *Tf. e.*; les cellules y sont, en général, plus grandes, arrondies aux angles, formant entre elles des méats parfois assez grands.

Stade 2. — *Carpelle dans la fleur épanouie.*

Ce stade s'accuse déjà dans un bouton sur le point de s'épanouir.

Les cellules de l'*Ep. e.* présentent alors des parois externes épaisses recouvertes par une cuticule mince encore. Des poils unicellulaires, longs de $1^{mm},5$ environ, assez nombreux, y sont insérés (fig. 187 : poil d'un carpelle de fleur épanouie). Les stomates sont complètement formés.

Le *Tf. e.* est le siége d'une activité cellulaire inusitée; les cellules s'y recloisonnent rapidement. Le *Tf. i.* devient de plus en plus méatique. Des cristaux d'oxalate de chaux en forme de mâcles s'observent dans beaucoup de cellules du *Tf.* tout entier. Ces mâcles sont parfaitement libres dans les cellules et non pas empâtées comme dans le péricarpe du *Ranunculus arvensis* (fig. 188 : coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 26 millimètres, partie extérieure).

L'*Ep. i.*, qui précédemment était formé de cellules cubiques, présente maintenant des cellules allongées dans le sens horizontal, tangentiellement à la surface; il faut en excepter cependant celles

qui se trouvent vers la région dorsale où elles sont allongées longitudinalement; les parois internes des cellules sont épaisses (fig. 189 : partie interne de la coupe de la fig. 188). L'*Ep. i.* possède également quelques stomates sans cellules annexes, mieux visibles plus tard (fig. 190 : morceau de l'*Ep. i.* avec stomates provenant d'un carpelle de 3 centimètres, vu de face).

Stade 3. — *Carpelle vers la fin de sa croissance.*

Pendant que le carpelle grandit, ses cellules épaississent leurs parois.

L'*Ep. e.* montre des cellules dont les parois externes et internes sont surtout épaissies, les latérales étant beaucoup plus minces. Les poils, à la base du moins, ont des parois épaisses aussi.

Le *Tf. e.* présente un aspect collenchymateux; les méats y sont toujours peu nombreux; il est parcouru par une infinité de petits faisceaux qui se dirigent vers la périphérie.

La région intermédiaire du *Tf. m.* se montre constituée des mêmes éléments que le *Tf. e*, lorsque des anastomoses ne viennent pas troubler son aspect.

Le *Tf. i.* forme un tissu lâche dont les cellules sinueuses ou même ramifiées ont des parois épaissies uniformément. Il a beaucoup d'analogies avec le parenchyme spongieux qui se rencontre dans un grand nombre de feuilles.

L'*Ep. i.* est formé de cellules dont les parois internes et externes sont assez épaisses; on y rencontre des stomates superficiels, sans cellules annexes, assez grands (fig. 191 : coupe transversale dans un carpelle de 1cm,5; fig. 192 et 193 : coupes transversales dans un carpelle de 3 centimètres).

Stade 4. — *Structure du péricarpe à la maturité.*

Ce stade présente, en somme, peu de différence avec le précédent. On sait que, lorsque la déhiscence du follicule se produit, la maturation des graines n'est pas encore parachevée et que la face interne du péricarpe, concave avant la déhiscence, devient, après cet acte, à peu près plane et se porte vers la lumière. Les

graines, rouges au début, restent attachées sur les deux bords du follicule ouvert et noircissent lentement. Elles adhèrent longtemps au péricarpe qui, pendant ce temps, se dessèche en écrasant ses tissus, ce à quoi l'épaisseur des parois ne s'oppose pas. Celles-ci, d'ailleurs, sont cellulosiques sauf, en partie, celles de l'*Ep. e.* et de l'*Ep. i.* qui se sclérifient. L'eau suffit pour regonfler les tissus, du moins lorsque la dessiccation ne date pas de trop longtemps; sinon la potasse y parvient; mais ce dernier réactif produit un commencement de dissolution des membranes du *Tf.*

Parcours des faisceaux. — La nervation du péricarpe dans le *Pœonia* est très compliquée. Elle résulte de la présence de :

1° Cinq faisceaux principaux qui sont : un médian, dorsal; deux intermédiaires, l'un à droite, l'autre à gauche du précédent et à mi-chemin entre celui-ci et chacun des suivants; deux latéraux, très gros, près de la suture ventrale;

2° Une dizaine au moins de faisceaux plus petits qui sont en retrait sur les précédents et qu'il faut considérer, j'ai tout lieu de le croire, comme des anastomoses obliques à long trajet;

3° Des anastomoses directes, horizontales, qui relient entre eux les faisceaux de la première et de la seconde catégorie;

4° Une infinité de petits faisceaux qui traversent en tous sens le *Tf. e.*, s'y ramifient fréquemment, s'y terminent ou se rejettent dans les faisceaux des deux premières espèces (fig. 194 : coupe transversale d'un carpelle au moment de sa déhiscence).

Enfin les faisceaux latéraux produisent, du côté de la suture ventrale, des anses anastomotiques parfois très longues et qui se comportent probablement comme celles que nous aurons l'occasion de voir dans l'*Actœa spicata.*

Il est difficile de se faire une idée bien exacte du parcours des faisceaux dans les carpelles de *Pœonia*, parce que la méthode des coupes successives n'y est guère applicable par suite de la forte courbure qui se manifeste dans ces organes peu après la fécondation, alors même que tous les faisceaux ne sont pas différenciés.

§ 2. — LE SPERMODERME.

STADE 1. — *Ovule dans le bouton floral.*

Dans le *Pœonia*, les boutons sont déjà bien gros quand les ovules ne se présentent encore que comme une ébauche sous forme de légères ondulations de l'épiderme placentaire (fig. 195 : coupe longitudinale dans un bouton de 7 millimètres; un mamelon ovulaire; fig. 196 : ensemble de la coupe).

Chaque mamelon s'allonge en se courbant vers l'extérieur et à peine les premiers cloisonnements se produisent-ils pour former la secondine, que l'on voit déjà se subdiviser tangentiellement l'épiderme au sommet du mamelon (fig. 197 : coupe longitudinale d'un ovule d'un carpelle pris dans un bouton de 13 millimètres). La primine se forme ensuite à son tour par recloisonnement d'une zone circulaire de cellules épidermiques; elle est formée au début de quatre à cinq assises cellulaires; elle dépasse bientôt la secondine qui en a deux. Le sac embryonnaire se forme ensuite (fig. 198 : coupe longitudinale de l'ovule pris dans un bouton de 15 millimètres).

Ce n'est que dans un bouton de 20 millimètres que l'ovule est devenu à peu près complètement anatrope. Il comprend alors une primine ayant six ou sept assises cellulaires; une secondine à deux assises et un nucelle dont l'épiderme, au sommet, s'est recloisonné un grand nombre de fois; on peut y compter jusqu'à sept cellules en files. Quant au sac embryonnaire, il se trouve inclus profondément dans le nucelle, séparé qu'il est de l'*Ep. N.* multiple par quatre assises de *Tf. N.* (fig. 199 : coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton de 20 millimètres).

Au voisinage du hile, le funicule s'épaissit assez considérablement, comme s'il allait s'y former une arille; aux stades suivants, il continue encore à s'épaissir davantage. La secondine acquiert une troisième assise. La primine s'épaissit aussi, le sac embryonnaire s'allonge, puis l'ovule devient adulte (fig. 200 : coupe longitudinale d'un ovule provenant d'un bouton de 25 millimètres).

Stade 2. — *Ovule dans la fleur épanouie.*

A ce moment, l'ovule présente :

a) Une *primine* formée en moyenne par treize assises se répartissant comme suit :

L'*Ep. e. P.* en comprend une dont les éléments sont encore isodiamétriques ;

Le *Tf. P.* dont les onze assises forment un parenchyme méatique ;

L'*Ep. i. P.* est une assise de cellules également isodiamétriques.

b) Une *secondine* composée de quatre assises de cellules :

L'*Ep. e. S.* a une assise cellulaire ;

Le *Tf. S.* a deux assises cellulaires ;

L'*Ep. i. S.* a une assise.

c) Un *nucelle* dans lequel l'*Ep. N.* se caractérise très bien ; mais les cellules des autres assises, sollicitées par l'allongement du sac embryonnaire, s'étirent dans le sens de la hauteur et les assises perdent leur régularité (fig. 201 : coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie).

Stade 3. — *Ovule vers la fin de sa croissance.*

Après la fécondation, l'ovule s'allonge assez rapidement et avec lui le sac embryonnaire ; le nucelle se rompt transversalement en son milieu et forme ainsi deux calottes, une à chaque extrémité du sac embryonnaire [1] (fig. 202 : ensemble d'une coupe longitudinale faite dans un ovule pris dans un ovaire de 2 centimètres) ; il en résulte que la secondine touche l'albumen dans la majeure partie de son étendue. Quant à la primine, elle s'épaissit de plus en plus et, contrairement à ce que nous avons vu dans les types précédents, dépasse la secondine du côté du micropyle.

Plus tard, des différenciations assez profondes se produisent dans les tissus. Ainsi, dans un ovaire de 3 centimètres, les ovules

[1] Il y a à rapprocher ce phénomène de celui qui se passe dans l'archégone des Muscinées qui se coupe transversalement en deux moitiés : la coiffe et la vaginule.

présentent un *Ep. e. P.* pallissadique qui est pourvu déjà d'une paroi externe fort épaisse, rosée comme les autres parois d'ailleurs, recouverte d'une cuticule jaunâtre.

Le *Tf. P.*, se composant en moyenne de trente assises cellulaires, commence à se différencier en trois régions :

1° Une extérieure, que nous nommerons *hypoderme*, consistant en une assise de cellules qui forment pallissade également, mais à éléments plus petits que ceux de l'*Ep. e. P.* et renfermant un noyau très apparent; un grand nombre de ces cellules se sont divisées en deux autres inégales, la plus longue à l'extérieure (fig. 203 : coupe longitudinale dans un ovule provenant d'un ovaire de 3 centimètres). Ces cellules en pallissade, après s'être encore un peu allongées, épaississent fortement leurs parois; leurs noyaux seront refoulés vers la partie externe des cellules, au quart de leur longueur, de manière à se trouver tous à la même hauteur à peu près; des cristaux d'oxalate de chaux prendront alors naissance entre les noyaux et les parois externes (fig. 204 : coupe transversale dans un ovule d'un ovaire au début de la déhiscence);

2° Un *Tf. e. P.* se composant de plusieurs assises d'éléments arrondis, parenchymateux, bourrés d'amidon, dont les parois s'épaissiront par la suite;

3° Un *Tf. i. P.* à cellules semblables aux précédentes, mais sans amidon, les assises les plus profondes étant même écrasées déjà; ces cellules conserveront des parois minces et seront écrasées plus tard.

L'*Ep. i. P.* est formé de cellules à parois épaisses à peu près cubiques.

La *secondine* est en grande partie écrasée; de-ci de-là quelques cellules restent bien visibles, notamment celles de l'*Ep. i. S.* dont les parois sont alors un peu épaissies (fig. 203 et 205 : coupes longitudinale et transversale d'un ovule pris dans un ovaire de 3 centimètres).

On aperçoit un reste du *nucelle* près de la chalaze.

Dans cet ovule, l'albumen apparaît sous forme d'une assise de cellules contre la secondine écrasée.

Stade 4. — *Structure du spermoderme à la maturité.*

Le spermoderme de *Pœonia* se compose d'une primine très épaisse offrant, en moyenne, trente assises de cellules et d'une secondine transformée en lame cornée.

1° La *primine :* elle comprend un *Ep. e. P.*, un *Tf. P.* et un *Ep. i. P.*

a) L'*Ep. e. P.* est formé de cellules palissadiques à section tangentielle polygonale. La membrane externe de ces cellules est très épaisse : 42 μ; elle se différencie en deux parties à peu près d'égale épaisseur : l'externe est la cuticule, un peu jaunâtre; l'interne est fortement colorée en brun. Sous l'action du chlorure de zinc iodé, la première se colore en jaune intense, la seconde reste brune. Sous l'influence de l'eau, cette dernière gonfle assez bien et présente des stries parallèles et bombées vers l'extérieur au-dessus de chaque cellule. Les parois latérales sont plutôt minces, brunes également; elles sont plissées à la façon des parois d'un soufflet, par suite d'un affaissement de la paroi externe contre la paroi interne, affaissement qui se produit à la suite de la dessiccation progressive de cette assise. La paroi interne est assez épaisse et présente, assez atténuées, les mêmes réactions que la partie brune de la paroi externe. Du protoplasme desséché tapisse les parois cellulaires. Toutes les cellules de l'*Ep. e. P.* ont à peu près les mêmes dimensions; pour bien s'en rendre compte, il faut s'adresser à des graines non encore complètement mûres; ces cellules ont 384 μ de hauteur sur 61 μ de largeur.

b) Le *Tf. P.* se divise, comme nous l'avons vu plus haut, en trois régions ou tissus différents :

α. L'*hypoderme* constitue certainement la partie la plus résistante du spermoderme; nous avons vu que c'est une assise disposée aussi en pallissade et dont les éléments, serrés les uns contre les autres, sont, par conséquent, assez allongés : 18 μ de largeur sur 140 μ de hauteur; ils ont des parois sclérifiées, très épaisses au point que la cavité cellulaire est presque oblitérée au milieu; aux deux extrémités, la cavité s'élargit un peu, surtout vers l'extrémité externe qui loge le noyau et le cristal d'oxalate

de chaux. Ceux-ci ne sont pas bien visibles à cause de la couche de protoplasme bruni qui les entoure.

Ajoutons que des coupes tangentielles pratiquées dans cette assise montrent (fig. 209 et 210) que les cellules ont une section polygonale et qu'elles ne laissent pas de méats entre elles. Les coupes tangentielles faites près de la surface montrent des cavités cellulaires assez larges dans lesquelles viennent aboutir d'assez nombreux canalicules; dans le milieu, la cavité est plus réduite et ne présente pas de canalicules.

β. Le *Tf. e. P.* est formé d'une dizaine d'assises de cellules dont les plus internes prennent insensiblement les caractères du *Tf. i. P.* Ce sont des cellules isodiamétriques à angles arrondis, laissant entre elles des méats. Elles présentent des parois cellulosiques fortement épaissies, ponctuées et assez rigides (coloration bleue par le chlorure de zinc iodé); mais à mesure qu'on s'avance vers l'intérieur, ces caractères s'effacent peu à peu, surtout la rigidité. C'est ce qui explique l'aspect écrasé que présente, à l'état sec, cette partie du *Tf. e. P.* qui confine au *Tf. i. P.* (fig. 206 : coupe transversale du spermoderme sec mis dans la glycérine épaisse; fig. 207, id. mis dans la potasse). Mais si l'on humecte le spermoderme par un séjour plus ou moins prolongé dans l'eau, tout ce tissu gonfle; les parois cellulosiques semblent même se gélifier quelque peu et la différence entre le *Tf. e. P.* et le *Tf. i. P.* devient plus apparente (fig. 208 : coupe transversale d'un spermoderme ayant séjourné une nuit dans l'eau, examinée dans l'eau ; fig. 211 : lambeau de *Tf. e. P.* montrant des cellules arrondies et ponctuées d'un spermoderme traité de même).

γ. Le *Tf. i. P.* se compose de cellules assez grandes, souvent allongées tangentiellement à la surface : 200 $\mu \times 63$ μ. Cet allongement est dû sans doute à l'aplatissement prolongé qu'ont subi ces cellules; car on en trouve aussi d'arrondies (fig. 212). Dans tous les cas, elles laissent entre elles des méats; c'est un vrai parenchyme.

c) L'*Ep. i. P.* est absolument écrasé, mais l'emploi des réactifs permet de le retrouver (fig. 213 : coupe transversale du spermoderme traité comme celle de la fig. 208, puis ayant subi l'action

de la potasse); c'est une assise de cellules peu différenciées qui n'est séparée de l'albumen que par :

2° Une lame cornée représentant la *secondine* dont il n'est pas possible de faire réapparaître les caractères.

Un *albumen* volumineux existe, formé, comme dans les autres Renonculacées, de cellules polygonales, mais dont les parois épaisses sont constituées d'une substance que Schleiden a nommée amyloïde (coloration bleue par l'iode seul). Ces cellules renferment des grains d'aleurone assez gros (fig. 206).

NOTE CRITIQUE.

M. Godfrin ([1]) en s'occupant du spermoderme du *Pæonia officinalis,* décrit l'épiderme externe comme formé de cellules tabulaires, polygonales, à membrane externe très épaisse, à contenu brun, en ajoutant que dans la plupart d'entre elles, il se produit une cloison tangentielle qui les divise en deux cellules secondaires. Nous avons vu que, loin d'être tabulaires, ces cellules sont assez longues, prismatiques; il est probable, d'autre part, que la cloison tangentielle de M. Godfrin n'est que le résultat d'un aspect dû à ce que la coupe dessinée par cet auteur passait par un des replis de la membrane radiale que nous avons observés. L'étude du développement nous a convaincu de la non-existence de recloisonnements tangentiels dans l'*Ep. e. P.*

Il existe encore une erreur dans l'ouvrage de M. Godfrin au sujet de l'hypoderme. D'après lui, il existerait, entre les éléments prismatiques de cette assise, des méats visibles sur une coupe tangentielle. Nous avons vu qu'il n'en est rien.

Enfin, ce savant a trouvé des lames moyennes cuticularisées dans ce parenchyme à grandes cellules, c'est-à-dire dans les assises profondes de ce que nous avons appelé *Tf. e. P.* J'ai vainement cherché à vérifier cette allégation; je ne suis pas parvenu à déceler de membrane cutinisée.

([1]) J. Godfrin, *op. cit.,* p. 75, pl. III, fig. 21.

Holfert [1] a décrit assez exactement les assises de ce spermoderme, en se plaçant à un point de vue plutôt physiologique. Seulement, il dit que la couche nourricière — notre *Tf. P.* parenchymateux, sans doute — est formée de cellules à parois réticulées, ponctuées. Les ponctuations sont assez nombreuses, certes, et quelque peu ovales, mais pas assez pour justifier le terme « réticulées ».

(1) HOLFERT, *loc. cit.*

SECONDE PARTIE

Ainsi que je l'ai annoncé dans l'Introduction de ce mémoire, cette seconde partie comprend la description résumée des genres et des espèces dont il m'a été possible de rassembler les fruits et les graines.

Ces matériaux peuvent être rangés en plusieurs catégories : les uns proviennent d'espèces cultivées au Jardin botanique de Liége, dont j'ai pu faire la détermination et la récolte moi-même; les autres sont des espèces offertes annuellement par les jardins botaniques étrangers. Autant que possible, ces graines étrangères ont été semées ici pour permettre la vérification du nom. Lorsque le semis et par suite la détermination n'ont pas été possibles, des graines de diverses provenances ont été étudiées, et si leur structure concordait parfaitement, la détermination a été jugée certaine. Il en a été ainsi pour certains *Ranunculus*, *Anemone* et un *Delphinium*. Enfin, lorsque toute détermination étant impossible, des matériaux de diverses origines, mais de même nom, ont montré une histologie différente, ils ont été abandonnés.

Nous n'envisagerons l'étude des péricarpes et des spermodermes, dans cette partie, qu'au stade de la maturité. Le plus souvent, cependant, j'ai cru utile de présenter, en outre, celui de la fleur épanouie.

RENONCULÉES.

Carpelle uniovulé; ovule anatrope, unitégumenté et dressé, à raphé ventral; graine albuminée.

Genre RANUNCULUS.

Nos observations se sont étendues sur les vingt-deux espèces suivantes : **Ranunculus arvensis* L.; **R. acris* L.; **R. lanuginosus* L.; **R. auricomus* L.; *R. repens* L.; *R. nemorosus* D. C.; *R. Gouani* Willd.; *R. millefoliatus* Vahl.; *R. bulbosus* L.; *R. Cassubicus* L.; *R. Illyricus* L.; *R. Asiaticus* L.; *R. Broterii*? ; *R. Steveni* Andr.; *R. Monspeliacus* L.; *R. abortivus* L.; *R. tuberosus* Lapeyr.; **R. sceleratus* L.; **R. Flammula* L.; *R. Lingua* L.; **R. platanifolius* L. et **R. divaricatus* Schrk. Les espèces marquées d'une astérisque ont été étudiées au stade de la fleur épanouie et au stade du fruit mûr. Les autres espèces n'ont été considérées qu'à ce dernier stade. J'ai en outre eu l'occasion d'examiner la structure de l'ovaire et de l'ovule d'une fleur de *R. amplexicaulis* L. Malheureusement, je n'ai pu m'en procurer des akènes mûrs.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Cette structure est sensiblement la même que celle qui a été décrite au sujet du *Ranunculus arvensis*. Les différences consistent dans :

a) Le nombre des assises qui est généralement de cinq ou six, rarement quatre (*R. sceleratus* [fig. 231 : coupe transversale dans un ovaire]; *R. divaricatus*) ou sept (*R. auricomus*) ou huit (*R. platanifolius*);

b) La présence de stomates répandus sur les faces de l'ovaire qui ne se constate que chez *R. arvensis, acris, Cassubicus* et *auricomus*;

c) Celle de poils chez *R. arvensis*, où ils sont piquants, *R. auricomus* et *R. Cassubicus;*

d) Les protubérances; elles sont spéciales au *R. arvensis.*

Structure du péricarpe à la maturité.

Presque toujours l'*Ep. e.* du péricarpe est formé de cellules dont les parois externes sont épaisses. Ce n'est guère que chez des espèces aquatiques que ces parois sont minces (par ex. : *R. divaricatus* [fig. 237 : coupe transversale du péricarpe mûr]). Ces cellules épidermiques sont, dans la plupart des cas, isodiamétriques; assez souvent cependant elles sont tabulaires (*R. repens, bulbosus, lanuginosus* [fig. 222], *Asiaticus, abortivus, platanifolius, auricomus* [fig. 226]); chez un petit nombre d'espèces, elles sont allongées dans le sens de l'axe du fruit (*R. acris* [fig. 216], *divaricatus* [fig. 237]); une seule espèce les a montrées pallissadiques (*R. tuberosus*).

Les akènes mûrs sont généralement glabres et dépourvus de stomates sur la plus grande étendue de la surface. Présentent seuls des poils ceux de *R. arvensis* où ils sont solides et piquants, des *R. auricomus* et *Cassubicus* où ils sont flexibles et plus longs; ces trois espèces plus le *R. acris* ont, en outre, des stomates sur leurs akènes. Enfin la présence de protubérance est absolument spéciale au *R. arvensis.*

Chez tous les *Ranunculus*, on peut admettre l'existence de trois régions dans le *Tf.* du péricarpe :

1° Le *Tf. e.* est un tissu parenchymateux, méatique, à cellules assez grandes disposées assez souvent en deux assises, quelquefois en une assise seulement (*R. Monspeliacus, repens, Cassubicus, Lingua*)*;* mais il arrive fréquemment que le *Tf. e.* n'a pas été individualisé et que, réduit à une assise, il revêt les caractères de la seconde région du *Tf.* ou *Tf. m.*, et alors nous avons désigné cette assise sous le signe *Tf. e.* et *m.* En effet, l'étude du développement du péricarpe de *R. arvensis* a montré que l'assise sous l'*Ep. e.* se cloisonne tangentiellement en deux assises superposées, l'extérieure se subdivisant encore pour former le *Tf. e.* à deux assises, l'intérieure restant indivise et

formant le *Tf. m.* cristalligène. Mais dans beaucoup d'espèces (*R. Steveni, lanuginosus* [fig. 222], *Illyricus, millefoliatus, Gouani, tuberosus, acris* [fig. 216], *Asiaticus, Flammula* [fig. 232] et *sceleratus*), l'assise sous-épidermique ne se divise pas tangentiellement : elle représente donc en même temps le *Tf. e.* et le *Tf. m.*; d'ailleurs, sauf un seul cas (*R. sceleratus*), elle est, comme ce dernier, cristalligène. Dans ces espèces, le péricarpe a donc subi une sorte d'arrêt de développement;

2° Le *Tf. m.* est une assise de cellules, semblables souvent à celles du *Tf. e.* ou plus petites; comme chez le *R. arvensis*, cette assise est souvent cristalligène; mais chez *R. abortivus, auricomus* (fig. 226), *platanifolius, Cassubicus* et *divaricatus* (fig. 237), il ne m'a pas été donné de constater l'existence de cristaux;

3° Le *Tf. i.* est un sclérenchyme dont les cellules fortement sclérifiées et ponctuées sont plus ou moins allongées dans le sens de l'axe de l'akène (fig. 216, 222, 226, 232 et 237). En somme, il est toujours le même que chez *R. arvensis*, sauf que, suivant les espèces, il peut occuper un nombre variable d'assises. Dans la plupart des cas, ce nombre oscille entre trois et cinq; il n'est même pas toujours constant dans la même espèce. Chez un petit nombre, il est inférieur à trois (*R. Monspeliacus, lanuginosus* [fig. 222], *Asiaticus, divaricatus* [fig. 237]) ou supérieur à cinq (*R. nemorosus, bulbosus, platanifolius, Lingua*).

A l'*Ep. i.*, les cellules sont, comme nous l'avons vu chez *R. arvensis*, fortement sclérifiées et ponctuées aussi; mais, tandis que, chez le plus grand nombre, elles sont allongées tangentiellement, chez quelques espèces, au contraire (*R. Monspeliacus, repens, lanuginosus* [fig. 222], *abortivus*), elles étendent leur plus grande dimension suivant l'axe de l'akène.

Faisceaux. — Au sujet du *R. arvensis*, nous avons dit qu'une coupe transversale faite vers le milieu de l'akène présente une vingtaine de faisceaux. C'est la seule espèce où ce nombre soit aussi considérable. Le plus communément, on en compte trois : un M et deux L (fig. 215, 220, 225, 230); chez les

R. nemorosus (fig. 229) et *Steveni*, il y en a cinq : un M, deux *i* et deux L. Chez *R. divaricatus* (fig. 236), il n'y en a que deux, dont un M; l'autre faisceau est celui qui se rend dans l'ovule et sa présence dans le péricarpe sur un aussi long parcours résulte de ce que l'ovule, dans cette espèce, est inséré assez haut sur la paroi de l'ovaire et non au fond comme chez les autres *Ranunculus*. (Cf. fig. 2 déjà citée, fig. 214 : coupe longitudinale optique d'un ovaire de fleur épanouie de *R. acris* et fig. 235, id. de *R. divaricatus*.)

Chez *R. Illyricus* et surtout chez *R. Asiaticus*, le *Tf. e.* et le *Tf. i.* multiplient le nombre de leurs assises le long des bords de l'akène et contribuent à le rendre ailé (fig. 230 : coupe transversale du fruit mûr de *R. Asiaticus*, dessin d'ensemble).

LE SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

L'ovule chez les *Ranunculus* est dressé, à raphé ventral et à micropyle tourné vers le fond de la cavité ovarienne. Il est toujours unitégumenté et l'*Ep. N.* est multiple au sommet.

Nous venons de voir qu'au point de vue de son insertion, seul le *R. divaricatus* diffère des autres espèces.

Le nombre des assises du tégument est généralement de quatre. Il peut être de cinq (*R. lanuginosus*, *divaricatus*), ou six (*R. amplexicaulis*), ou sept (*R. platanifolius*), ou varier de quatre à sept (*R. auricomus*).

Le micropyle est droit (*R. arvensis* [fig. 2], *acris* [fig. 214], *Flammula*, *amplexicaulis*) ou parfois recourbé en S (*R. lanuginosus*, *divaricatus* [fig. 235]).

Spermoderme de la graine mûre.

Le plus souvent le spermoderme est formé uniquement aux dépens du tégument, le nucelle ayant été résorbé avant la maturité de la graine. Cependant, dans plusieurs espèces, le nucelle concourt aussi à la formation du spermoderme (*R. arvensis*, *nemorosus*, *millefoliatus*, *divaricatus*, *Flammula*, *repens*, *bulbosus*, *acris*, *auricomus*).

Tégument. — L'*Ep. e. T.* est formé principalement de cellules presque isodiamétriques, ou bien très plates (*R. arvensis, Monspeliacus, lanuginosus* [fig. 224], *acris* [fig. 219], *abortivus, auricomus* [fig. 228], *divaricatus* [fig. 239]), à parois minces, rarement épaisses, tout au moins l'externe (*R. arvensis, Monspeliacus*).

Le *Tf. T.* est rarement entièrement résorbé (*R. sceleratus*); le plus souvent il en subsiste une assise de cellules plus ou moins disjointes et à parois plutôt épaisses; deux assises peuvent même persister, mais les parois cellulaires sont alors minces (*R. Monspeliacus*).

Quant à l'*Ep. i. T.*, c'est la seule assise du spermoderme qui soit réellement caractéristique. Nous avons vu que, vers l'intérieur des cellules, les parois internes de celles-ci sont munies d'épaississements particuliers en forme de franges. Ceux-ci se retrouvent chez presque tous les *Ranunculus*, à part quelques espèces (*R. Asiaticus, Flammula* [fig. 233], *Lingua*). Tantôt, et c'est généralement le cas, ces franges d'épaississement sont assez larges; tantôt, au contraire, elles sont étroites (*R. Monspeliacus, auricomus* [fig. 228], *platanifolius* [fig. 234]). Les cellules de l'*Ep. i. T.* ont en moyenne 29 μ de largeur, chez la généralité des espèces du genre. Cependant elles sont notablement plus grandes chez les *R. bulbosus, tuberosus* et *Monspeliacus*, plus petites chez *R. abortivus*.

Nucelle. — Si dans *R. arvensis* nous avons vu que le nucelle entrait dans la formation du spermoderme tout au moins par son épiderme, c'est loin d'être le cas le plus fréquent chez les différentes espèces : le plus souvent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il est résorbé complètement avant que la graine n'arrive à sa maturité. Parfois, comme chez les *R. arvensis, nemorosus, millefoliatus, divaricatus, Flammula* (fig. 233), l'*Ep. N.* persiste mais est fortement écrasé et difficile à mettre en évidence; d'autres fois, l'*Ep. N.* résiste à l'écrasement (*R. repens, bulbosus, acris* [fig. 219], *auricomus* [fig. 228]).

Albumen. — Enfin l'albumen est le même chez tous les *Ranunculus*. La seule différence consiste dans l'épaisseur des parois des

cellules; mais encore faut-il remarquer que cette épaisseur est variable dans la même espèce et n'est donc guère de nature à constituer un caractère spécifique.

Genre CERATOCEPHALUS.

J'ai spécialement étudié le *Ceratocephalus falcatus* Pers. (fig. 241 à 247). Cette espèce présente la plus grande ressemblance avec les *Ranunculus*, ainsi que le montrent les caractères qu'elle offre à ses différents stades.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Ep. e. à cellules isodiamétriques assez volumineuses; des poils unicellulaires.

Tf. se divisant en trois régions d'une assise chacune :

1° Le *Tf. e.* à cellules aussi volumineuses que celles de l'*Ep. e.*;

2° Le *Tf. m.* à cellules plus petites allongées tangentiellement;

3° Le *Tf. i.* à cellules comme celles du *Tf. m.*

Ep. i. à cellules presque isodiamétriques.

Vers la région ventrale, le nombre des assises est beaucoup plus considérable, grâce surtout à la multiplication des assises du *Tf. m.* et du *Tf. i.* La distance qui sépare les deux faisceaux L est très grande (fig. 241 : coupe transversale d'un carpelle de fleur épanouie).

Bec stylaire très long, hérissé, sur le bord ventral, de nombreuses papilles stigmatiques (fig. 240 : coupe longitudinale optique du carpelle).

Structure du péricarpe mûr.

Comme chez les *Ranunculus*, le fruit est un pollakène. A la base de chaque akène se voit ce que Baillon appelle « deux espèces de cornes latérales [1] » ; ce sont, en réalité, deux expansions membraneuses du péricarpe qui s'étendent beaucoup

[1] Baillon, *Histoire des plantes*, p. 38, note 3.

derrière les faisceaux L et qui, par suite de l'élargissement considérable de la région ventrale comprise entre ces deux derniers, semblent se détacher latéralement sur la coupe transversale (fig. 242 : coupe transversale d'un akène mûr, dessin d'ensemble). Ces expansions s'étant formées aux dépens de la partie si épaisse voisine des faisceaux L, signalée au stade précédent, se sont incurvées vers la région ventrale de manière à donner l'apparence de carpelles « bigibbeux et munis de deux loges vides à la base (1) ».

Abstraction faite de ces expansions, la structure du péricarpe est la même, dans ses traits généraux, que celle décrite pour le genre *Ranunculus :*

Ep. e. à cellules aplaties à paroi externe épaisse; des poils ordinaires assez longs.

Tf. e. à une ou deux assises de cellules parenchymateuses écrasées.

Tf. m. à une assise de cellules comme au *Tf. e.*

Les cellules de ces trois tissus ont subi une sorte de subérification.

Tf. i. à deux assises de cellules sclérifiées.

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées tangentiellement, sauf près du faisceau M où elles sont longitudinales (fig. 243 : détails de la fig. 242).

Faisceaux au nombre de trois : un M et deux L (fig. 242) qui se continuent dans le bec stylaire très développé, les L jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, M un peu plus loin.

LE SPERMODERME.

Considéré dans son état jeune aussi bien que dans la graine mûre, le spermoderme de *C. falcatus* répond entièrement aux caractères les plus généraux des spermodermes des *Ranunculus.*

(1) Grenier et Godron, *Flore française*, t. I, p. 18 cité par Baillon, *loc. cit.*

Genre FICARIA.

Le *Ficaria ranunculoides* Mönch. que j'ai observé ressemble beaucoup aussi aux *Ranunculus*. C'est surtout avec le *R. auricomus* qu'il offre le plus d'analogie comme le montrent les caractères suivants.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Sept assises de cellules ; des poils et des stomates à l'épiderme (fig. 1, *A*).

Structure du péricarpe à la maturité.

Le fruit est un pollakène comme chez les *Ranunculus*; mais des douze ou quinze ovaires qui le constituent, il n'en est que un à cinq qui arrivent à complet développement. « Les pédoncules fructifères étalés sur le sol se recourbent au sommet et enfoncent le fruit en terre ([1]) ». La partie externe du péricarpe reste charnue et se détruit rapidement dans le sol. Il faut donc récolter les akènes avant leur enfouissement pour s'assurer de la structure du péricarpe. Ce dernier présente neuf assises de cellules :

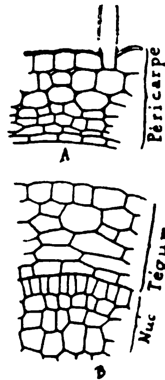


Fig. 1. — Carpelle d'une fleur épanouie : *A*, coupe transversale de la paroi de l'ovaire; *B*, idem de l'ovule. $\frac{175}{1}$.

Ep. e. à cellules tabulaires assez grandes, à parois interne et externe épaissies, les parois latérales l'étant moins.

([1]) R. Sterckx, *Recherches anatomiques sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées*. (Mém. de la Soc. roy. des Sc. de Liége, 1899, 3e sér., t. II, p. 42, et Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége, t. II.)

Tf. partagé en trois régions :

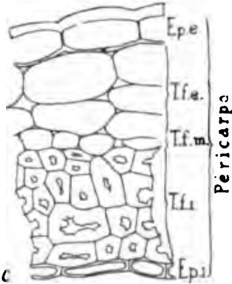
Tf. e. à deux ou trois assises de grandes cellules à méats;

Tf. m. à une assise de cellules plus petites;

Tf. i. à quatre assises, en moyenne, de cellules fortement sclérifiées comme chez les *Ranunculus*.

Ep. i. à cellules tabulaires un peu allongées tangentiellement, *à parois cellulosiques peu épaisses*, souvent écrasées et peu apparentes, ce qui distingue au premier coup d'œil ce péricarpe de celui des *Ranunculus*, où cette assise est toujours bien apparente (fig. 2, *C*).

Faisceaux : trois, comme dans la plupart des *Ranunculus* (fig. 4, *G*).



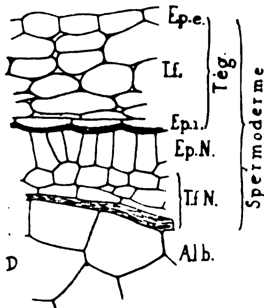


Fig. 2. — Akène arrivé à maturité presque complète : *C*, coupe transversale du péricarpe ; *D*, idem de la graine (spermoderme et albumen). $\frac{173}{1}$.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

L'ovule de *Ficaria* est dressé comme chez les *Ranunculus;* mais au lieu d'être inséré au fond de la cavité ovarienne, il l'est latéralement, le long de la suture ventrale, et la base d'insertion s'étend sur une assez grande longueur. On s'en rend compte par des séries de coupes transversales dans le carpelle (fig. 4, *G*) ou bien par une coupe longitudinale (fig. 4, *F*). On peut dire que le raphé est concrescent avec la paroi ventrale de l'ovaire.

Cet ovule a à peu près 1 millimètre de longueur et présente cinq assises cellulaires au tégument; entre celui-ci et le nucelle, il existe souvent un espace vide. Pour le reste, cet ovule est semblable à celui de *Ranunculus* (fig. 1, *B*).

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé par le tégument et le nucelle.

Tégument : sept assises de cellules.

Ep. e. T. à cellules isodiamétriques à parois toutes minces.

Tf. T. : parenchymateux, à cinq assises de cellules arrondies.

Ep. i. T. à cellules tabulaires à parois internes munies d'épaississements frangés très étroits (fig. 2, *D*).

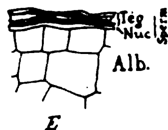


Fig. 3. — Graine mûre et sèche : coupe transversale du spermoderme et de l'albumen. $\frac{175}{1}$.

Dans une graine conservée à sec, ces tissus sont écrasés au point que l'emploi des réactifs est pour ainsi dire incapable de les faire réapparaître. Seul l'*Ep. i. T.* reste bien visible (fig. 3, *E*).

Nucelle : Ep. N. à cellules à parois minces allongées dans le sens de l'axe de l'ovule.

Il subsiste même plusieurs assises du *Tf. N.*

Dans la graine sèche, tout ce qui reste du nucelle est fortement écrasé et réduit à une lame nacrée entre l'*Ep. i. T.* et l'albumen.

Celui-ci est semblable à celui des *Ranunculus;* les cellules y ont les parois minces.

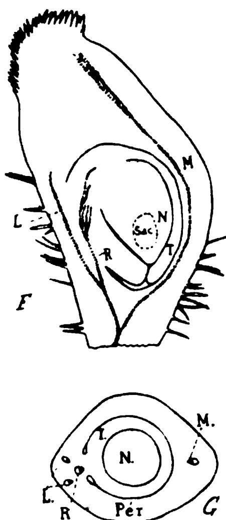


Fig. 4. — Carpelle d'une fleur épanouie : *F*, coupe longitudinale; *G*, coupe transversale pratiquée un peu au-dessus du sac embryonnaire. $\frac{22}{1}$.

Genre OXYGRAPHIS.

Mes observations sur l'*Oxygraphis Cymbalariæ* Prantl. m'ont amené à conclure que ce genre de plantes s'écartait plus que les deux précédents du genre *Ranunculus*. Cependant, lors de la floraison, les organes femelles offrent beaucoup d'analogie avec ceux de *R. sceleratus*.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Quatre assises de cellules; des stomates à l'*Ep. e.*

Structure du péricarpe à la maturité.

Quatre assises de cellules.

Ep. e. à cellules à parois toutes minces, assez grandes; pas de poils; des stomates.

Tf. homogène; deux assises de cellules à parois minces, l'interne pouvant être identifiée au *Tf. m.* (assise génératrice des faisceaux); le *Tf. i.* fait défaut.

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées longitudinalement (fig. 249 : coupe transversale dans le péricarpe mûr).

FAISCEAUX. — Presque aussi nombreux que dans *R. arvensis*, les faisceaux présentent le même parcours; ils ne sont constitués que de quelques éléments conducteurs entourés d'un gros massif de cellules sclérifiées (fig. 248 : coupe transversale, dessin d'ensemble).

Il est à remarquer que le fruit d'*O. cymbalariæ* est déhiscent, ce que montre d'ailleurs la coupe transversale dans la région ventrale où se voit la surface de déhiscence (fig. 250).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Le *tégument* de l'ovule se prolonge bien au delà du sommet du nucelle, de sorte que le canal micropylien est très long (fig. 247 : coupe longitudinale de l'ovaire, ensemble); ce tégument comprend cinq assises de cellules.

Nucelle : Ep. N. simple, même au sommet.

Tf. N. résorbé vers le sommet; sac embryonnaire grand touchant à l'*Ep. N.* au sommet (fig. 251 : coupe longitudinale de l'ovule).

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé par le tégument seul.

Ep. e. T. à une assise de cellules tabulaires à paroi externe épaisse.

Tf. T. à une assise persistante de cellules à parois minces.

Ep. i. T. à cellules tabulaires à paroi interne épaissie, sans franges (fig. 253 : coupe transversale d'une graine mûre, traitée par la potasse).

Cette structure rappelle celle du spermoderme de *R. Flammula.*

Genre MYOSURUS.

C'est le seul genre de la tribu des Renonculées où l'ovule soit pendant, à raphé dorsal et à micropyle tourné vers le haut. C'est celui qui s'éloigne le plus des *Ranunculus* aussi par la structure des péricarpe et spermoderme. Il peut servir de transition vers les Anémonées.

J'ai examiné les fruits de l'espèce européenne *M. minimus* L.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Cinq assises de cellules peu différenciées; poils rares.

Structure du péricarpe à la maturité.

La coupe de l'akène présente la forme d'un triangle isocèle dont la base occupe la région dorsale. De part et d'autre du faisceau M, en effet, il existe une arête produite par l'existence, en ces endroits, sous l'*Ep. e.*, d'un tissu formé de cellules à parois minces; ce tissu diminue graduellement en allant du faisceau M vers les L et s'éteint vers le tiers de ce trajet (fig. 254 : coupe transversale du péricarpe). Ailleurs, on trouve la constitution fondamentale suivante :

Cinq assises de cellules.

Ep. e. à cellules à paroi externe épaisse, les autres minces.

Tf. : deux ou trois assises de cellules, allongées obliquement, à parois épaisses sclérifiées.

Ep. i. à cellules sclérifiées se confondant avec celles du *Tf.*

Faisceaux : trois, englobés dans le *Tf.* sclérifié.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

L'ovule, qui n'a que quatre assises de cellules au tégument, ressemble à celui de l'*Oxygraphis cymbalariæ*, sauf que le canal micropylien est moins long (fig. 255 : coupe longitudinale de l'ovule).

Structure du spermoderme à la maturité.

Cette structure est la même que celle du spermoderme de la plante précédente; seulement le *Tf. T.* présente deux assises au lieu d'une de cellules écrasées, mais rendues visibles par la potasse (fig. 256 : coupe transversale du spermoderme).

ANÉMONÉES.

Carpelle uniovulé avec ou sans ovules rudimentaires; ovule anatrope, uni- ou bitégumenté et pendant, à raphé dorsal; graine albuminée.

Genre THALICTRUM.

Carpelle essentiellement uniovulé; ovule bitégumenté.
J'ai étudié les *T. flavum* L. et *aquilegifolium* L.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur.
Cinq à sept assises de cellules; stomates et, chez *T. flavum*, poils en massue à l'*Ep. e.*

Structure du péricarpe à la maturité.
Ep. e. à cellules assez grandes à paroi externe plus épaisse que les autres, isodiamétriques et à contours sinueux dans les dépressions allongées longitudinalement et à contours rectilignes le long des côtes. Stomates nombreux dans les dépressions. Poils courts chez *T. flavum;* manquent chez *T. aquilegifolium.*

Tf. à trois, quatre ou cinq assises (*T. flavum*) ou davantage (*T. aquilegifolium*); cellules à parois un peu épaissies et ponctuées.

Ep. i. à cellules allongées longitudinalement; leurs parois latérales et internes sont très épaisses chez *T. flavum* et beaucoup moins chez *T. aquilegifolium.*

Faisceaux en nombre pair longeant les côtes; dix chez *T. flavum;* quatre chez *T. aquilegifolium;* celui opposé au faisceau M se rend dans l'ovule. Pas d'anastomoses entre ces faisceaux, dont les éléments conducteurs sont généralement entourés d'un grand nombre de cellules sclérifiées.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine : quatre (*T. aquilegifolium*) ou cinq assises (*T. flavum*).

Secondine : deux (*T aquilegifolium*) ou trois assises (*T. flavum*).

Nucelle : Ep. N. simple au sommet.

Tf. N. présentant une assise sous le sommet séparant ainsi complètement de l'*Ep. N.* le sac embryonnaire assez volumineux.

Spermoderme de la graine mûre.

Le nucelle s'étant résorbé avant la maturité de la graine, le spermoderme est formé aux dépens de la primine et de la secondine. Les spermodermes de l'une et de l'autre espèce de *Thalictrum* sont semblables, sauf que celui de *T. aquilegifolium* a une forte coloration brune. Je me borne donc à renvoyer le lecteur à la première partie.

Genre ADONIS.

Mes observations se sont portées sur trois espèces : *A. autumnalis* L., *A. æstivalis* L. et *A. vernalis* L.; j'ai en outre étudié une plante cultivée sous le nom d'*A. squarrosus;* mais je ne lui ai trouvé aucune différence avec l'*A. autumnalis,* si ce n'est d'avoir un pollakène plus allongé et des akènes plus saillants (¹).

Carpelle uniovulé avec ovules rudimentaires; ovule bitégumenté.

Structure de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Comme dans le *Thalictrum flavum,* sauf que dans l'*A. æstivalis* il n'y a pas de poils à l'*Ep. e.* et que dans l'*A. vernalis* les poils ne sont pas glanduleux (fig. 258 : poil de l'ovaire d'*A. autumnalis*).

(¹) J'insiste sur ce point, parce que cette remarque semble concorder avec une note de MM. G. Rouy et J. Foucaud, *Flore de France,* 1893, t. I, p. 53 (en note).

Structure du péricarpe à la maturité.

Quinze assises de cellules en moyenne.

Ep. e. à cellules à parois externe et interne fortement épaissies. Cuticule assez mince (*A. autumnalis* et *æstivalis*) ou épaisse et fortement sillonnée (*A. vernalis*). Des stomates; des poils courts et glanduleux (*A. autumnalis*) ou longs et effilés (*A. vernalis*), ou nuls (*A. æstivalis*).

Tf. comportant trois régions :

Tf. e. : sept assises environ de cellules parenchymateuses.

Tf. m. à une assise de cellules plus ou moins aplaties, à parois minces, génératrice des faisceaux.

Tf. i. à cinq assises environ de cellules sclérifiées à parois épaisses, renfermant un cristal d'oxalate de chaux.

Ep. i. à cellules sclérifiées à parois épaisses, plus ou moins allongées tangentiellement (fig. 260 et 261 : coupe transversale du péricarpe mûr).

Faisceaux en nombre pair, seize en moyenne, reliés par des anastomoses obliques; parcours fort semblable à celui des faisceaux du *Ranunculus arvensis*. Seul le faisceau opposé à M, très petit, est isolé des autres et se rend dans l'ovule (fig. 259 : ensemble de la coupe transversale).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Dans les *Adonis*, il existe, au-dessus de l'ovule principal, deux paires d'ovules rudimentaires pareils à ceux du *Clematis* (voir page 34) et à ceux qui se rencontrent chez certains *Anemone* (fig. 257 : coupe longitudinale dans un ovaire d'une fleur épanouie).

Primine : six ou sept assises de cellules.

Secondine : deux assises.

Nucelle : Ep. N. subdivisé au sommet en dessous duquel le *Tf. N.* est résorbé.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle.

Dans une graine fraichement récoltée, les tissus du spermoderme ne sont pas trop écrasés et réapparaissent aisément à l'aide des réactifs.

Primine : Ep. e. P. coloré en bleu (*A. autumnalis* et *æstivalis*) ou en jaune (*A. vernalis*). Cellules tabulaires à paroi externe épaisse.

Tf. P. à huit assises de cellules grandes, parenchymateuses, écrasées dans la graine sèche, surtout celles des assises internes.

Ep. i. P. à cellules à parois minces écrasées.

Secondine : Ep. e. S. comme à l'*Ep. i. P.*

Ep. i. S. à petites cellules à paroi interne un peu épaissie, à contenu dense. De même que dans les *Thalictrum*, absence de franges d'épaississements.

Nucelle : Ep. N. à cellules cubiques écrasées (fig. 263 : coupe transversale du spermoderme).

Genres ANEMONE et HEPATICA.

Du genre *Anemone*, treize espèces ont été étudiées au stade de la maturité, à savoir : *A. nemorosa* L.; *A. sylvestris* L.; *A. multifida* D.C.; *A. Pulsatilla* L.; *A. Baldensis* L.; *A. Virginiana* L.; *A. vitifolia* Buchan.; *A. alba* Juss.; *A. intermedia* Hoppe (= *Pulsatilla montana* Hoppe); *A. patens* L.; *A. pratensis* L.; *A. vernalis* L.; *A. narcissiflora* L., ainsi que *Hepatica triloba* Chaix.; cette dernière espèce, ainsi que les quatre premières du genre *Anemone*, ont en outre fait l'objet d'observations au stade de la fleur épanouie.

Caractères généraux : carpelle uniovulé par avortement (excepté *A. multifida* où il n'y a pas d'ovules rudimentaires); ovule unitégumenté (fig. 264 : coupe longitudinale d'un carpelle).

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Tissus peu différenciés comprenant trois à quatre assises de cellules (*A. Pulsatilla* [fig. 273 : coupe transversale dans un ovaire; péric.]) ou quatre (*A. nemorosa; A. sylvestris; Hepatica triloba*) ou cinq assises (*A. multifida*).

Structure du péricarpe à la maturité.

Des coupes faites vers le milieu des akènes montrent, dans le péricarpe mûr, toujours quatre assises de cellules (*A. sylvestris* [fig. 270 : coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'un fruit mûr]; *A. Baldensis; A. alba; A. Virginiana* [fig. 278 : comme à la fig. 270]; *Hepatica triloba*), ou bien quatre ou cinq assises (*A. Pulsatilla* [fig. 274 : comme à la fig. 270]; *A. intermedia; A. pratensis; A. vernalis*), ou cinq assises (*A. nemorosa* [fig. 266 : coupe transversale du péricarpe mûr]; *A. patens* [fig. 275 : comme à la fig. 270]; *A. multifida* [fig. 277 : comme à la fig. 270]; *A. vitifolia*), ou huit assises (*A. narcissiflora* [fig. 280 : comme à la fig. 270]).

Ep. e. à cellules à paroi externe épaisse, généralement tabulaires, parfois plus hautes que larges (*A. Pulsatilla* [fig. 274]; *A. intermedia; A. patens* [fig. 275]; *A. vernalis*), auquel cas les parois externes sont d'une épaisseur plus considérable. Dans certaines espèces, ces cellules épidermiques sont relativement très grandes (*A. pratensis; A. vitifolia; A. narcissiflora* [fig. 280]), et quelquefois non seulement les parois externes sont très épaisses, mais des épaississements s'observent aussi sur les parois internes (*A. narcissiflora; Hepatica triloba*). Dans la plupart des cas, l'épiderme est couvert de poils souvent longs, effilés, flexueux et soyeux, parfois raides au contraire (*A. Pulsatilla, intermedia, patens, pratensis*), rarement courts (*Hepatica triloba*); il est glabre chez *A. vernalis* et *A. narcissiflora.*

Tf. : homogène, parenchymateux, sauf chez *A. narcissiflora* où la partie externe, comprenant quatre assises en moyenne, est parenchymateuse, et la partie interne, de deux assises environ, est un sclérenchyme (fig. 280).

Ep. i. à cellules à parois épaissies de diverses façons :

1° En fer à cheval (c'est-à-dire dont les parois latérales et interne sont seules épaissies de manière à figurer un U), et alors (sauf dans *A. multifida* [fig. 277]) à section carrée chez *A. nemorosa* (fig. 266); *A. sylvestris* (fig. 270); *A. virginiana* (fig. 278); *A. vitifolia* et *A. alba*; dans ces quatre dernières espèces, les parois latérales ne sont épaissies que suivant leur moitié interne;

2° Toutes les parois sont épaissies tantôt inégalement, les parois externes l'étant moins (*A. Baldensis* [fig. 271]), tantôt également (*A. Pulsatilla* [fig. 274]; *A. intermedia; A. pratensis; A. vernalis; Hepatica triloba; A. patens* et *A. narcissiflora*), et alors, sauf chez cette dernière, les cellules sont plus hautes que larges, surtout chez *A. vernalis;* ces épaississements sont relativement considérables chez *A. patens* (fig. 275) et *A. narcissiflora* (fig. 280).

Faisceaux : deux dont un, M, dorsal; l'autre, ventral, se rendant dans la graine.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Ovule unitégumenté, pendant, à raphé dorsal.

Tégument à quatre assises de cellules (*A. sylvestris, A. multifida*), ou cinq (*A. nemorosa* [fig. 267 : coupe longitudinale dans l'ovule]), ou de cinq à six (*A. Pulsatilla* [fig. 273], *Hepatica triloba*).

Nucelle : Ep. N., multiple au sommet, excepté dans *H. triloba*, où il est indivis partout.

Sac embryonnaire en général assez volumineux.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé uniquement aux dépens du tégument, excepté chez *A. nemorosa, A. Pulsatilla, A. intermedia*, où l'*Ep. N.* persiste.

Tégument : *Ep. e. T.* à cellules tabulaires à paroi externe le plus souvent épaisse, parfois mince (*A. nemorosa* [fig. 268 : coupe transversale dans le tégument de la graine mûre], *A. Virginiana* [fig. 278], *A. vitifolia*), particulièrement grandes chez *A. multifida* (fig. 277) et *A. narcissiflora* (fig. 280).

Tf. T. à cellules à parois minces, dont les assises persistent généralement au nombre de deux ou de trois, rarement une (*A. multifida*), ou quatre à cinq (*A. narcissiflora*), ou quatre à six (*H. triloba*).

Ep. i. T. à cellules le plus souvent presque isodiamétriques, parfois franchement tabulaires (*A. sylvestris, A. Baldensis, A. multifida, H. triloba, A. narcissiflora*, où elles sont très plates), à paroi interne épaissie sans franges (*A. nemorosa*), ou à franges très étroites (*A. sylvestris, Baldensis, vitifolia* et *alba*), mais plus généralement assez large.

L'*Ep. N.*, quand il persiste, présente des cellules à section carrée.

Le faisceau du raphé, après s'être épanoui en plusieurs courtes branches à la chalaze, envoie parfois un prolongement dans le tégument, et la coupe transversale de l'ovule ou de la graine présente alors deux faisceaux situés à l'opposite l'un de l'autre, comme c'est le cas chez *A. nemorosa* (fig. 265 : coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'un fruit mûr, dessin d'ensemble), *A. sylvestris, Baldensis, Virginiana, vitifolia* et *alba*.

Observations. — 1. Il est à remarquer que l'organogénie du fruit des *Anemone* offre une analogie complète avec celle des fruits de *Clematis*, qui a été décrite dans la première partie (voir p. 30). Dans l'un comme dans l'autre cas, l'ovule est pendant, et, outre cet ovule principal, il en existe deux ou trois paires de rudimentaires qui subsistent à l'état de simples mamelons, dans lesquels se différencie assez souvent une cellule mère du sac embryonnaire; mais ils s'arrêtent là dans leur évolution; d'ailleurs, il suffit de comparer la figure 264 à la figure 71 pour se rendre compte de cette analogie.

2. L'*Anemone narcissiflora* se distingue des autres *Anemone* par la structure particulièrement différente de son péricarpe. L'ensemble de l'akène diffère aussi par sa forme extérieure et par sa taille de ceux des autres espèces; chez celles-ci, l'akène est plutôt fusiforme, a peine un peu aplati; chez l'*A. narcissiflora*, outre qu'il est plus grand, il a la forme d'une lentille légèrement biconvexe, étant même quelque peu ailé (fig. 279 : coupe transversale de l'akène). Il eût été intéressant de s'assurer si la complication de structure du péricarpe d'*A. narcissiflora* se retrouve chez *A. umbellata* Willd. et *A. Sibirica* L., ces trois

espèces, d'après le Prodrome, formant la section *Omalocarpus* [1]. Mais je n'ai pu obtenir de graines de ces deux dernières espèces.

3. Chacun pourra s'apercevoir de l'étroite affinité qui réunit les espèces *Pulsatilla, intermedia, pratensis, vernalis* et *patens* qui font partie de la section *Pulsatilla*. Cette section se distingue des autres espèces au point de vue de presque tous les caractères examinés ici.

4. Par la structure du péricarpe et du spermoderme, l'*Hepatica triloba* présente tant de ressemblances avec les *Anemone*, que je me suis décidé à réunir les deux genres en une seule rubrique. Bien plus, par ses caractères les plus saillants, cette espèce est plus spécialement voisine des cinq mentionnées à l'alinéa précédent.

Genre KNOWLTONIA.

L'espèce étudiée, *K. vesicatoria* Sims., m'a fourni des caractères suffisamment tranchés pour faire l'objet d'un paragraphe spécial. Faute de graines suffisamment fraîches, je n'en ai pu obtenir de germinations, et encore moins de fleurs, et force m'a été de ne considérer que l'état mûr du péricarpe et du spermoderme.

Structure du péricarpe à la maturité.

Ep. e. à une assise de cellules isodiamétriques à paroi externe épaisse.

Tf. : divisé nettement en deux tissus différents :

Tf. e. : de six à huit assises de cellules parenchymateuses très grandes vers l'extérieur, plus petites dans les assises profondes;

Tf. i. à quatre ou cinq assises de cellules étroites, sclérifiées.

Chez *Anemone narcissiflora*, cette différenciation du *Tf.* est moins nette, en ce sens qu'en certains endroits, peu nombreux il est vrai, on peut aller de l'*Ep. e.* à l'*Ep. i.* sans rencontrer de cellules sclérifiées dans le *Tf.* (fig. 280); néanmoins cette espèce

[1] A.-P. De Candolle, *Prodromus regni vegetabilis*. Parisiis, 1824, t. I, p. 22.

est à comparer avec le *K. vesicatoria* au point de vue de la structure de son fruit.

Ep. i. à une assise de cellules sclérifiées, comme au *Tf. i.*, allongées longitudinalement (fig. 282 : coupe transversale du péricarpe).

Faisceaux : deux comme chez les *Anemone* (fig. 281 : coupe transversale du fruit mûr, dessin d'ensemble).

Spermoderme à la maturité.

Le spermoderme est formé aux dépens du tégument unique et du nucelle.

Tégument : Ep. e. T. à cellules isodiamétriques, à parois épaisses, surtout l'externe.

Tf. T. à quatre assises de cellules parenchymateuses bien reconnaissables.

Ep. i. T. à cellules à épaississements frangés.

Nucelle fortement écrasé formant une lame nacrée; mais l'*Ep. N* réapparaît par places sous l'action des réactifs (fig. 283 : coupe transversale du spermoderme).

En somme, l'organisation du fruit du *K vesicatoria* est intermédiaire entre celle des *Adonis* et celle des *Anemone.* Par le grand nombre des assises du péricarpe dont les plus profondes sont sclérifiées, cette espèce se rapproche des *Adonis;* par la structure du spermoderme et les deux faisceaux dans le péricarpe, elle ressemble aux *Anemone.*

CLÉMATIDÉES.

Carpelle uniovulé avec ovules rudimentaires; ovule anatrope, unitégumenté, pendant et à raphé dorsal; graine albuminée.

Genres CLEMATIS et ATRAGENE.

Ces deux genres sont tellement semblables que ce serait me répéter que donner séparément les caractères de l'un et de l'autre.

J'ai étudié six espèces de *Clematis : C. Vitalba* L.; *C. heracleæfolia* D. C.; *C. Viticella* L.; *C. integrifolia* L.; *C. Flammula* L.; *C. cirrhosa* L. et *Atragene Alpina* L. Les deux premières ont été examinées à deux stades différents.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises de cellules. Ces dernières, dans l'*Ep. e.* du *C. Vitalba,* sont grandes; dans celui du *C. heracleæfolia,* elles sont étroites.

Structure du péricarpe à la maturité.

Ep. e. à cellules tantôt assez grandes (*C. Vitalba; C. Viticella; C. heracleæfolia*) ou bien relativement petites, mais toujours à paroi externe épaisse recouverte d'une cuticule mince, rarement épaisse (*C. Flammula*).

Cet épiderme est recouvert de poils effilés souvent courts ou d'autres fois longs (*C. heracleæfolia; C. Vitalba; C. Viticella*).

Tf. à cellules parenchymateuses à assises au nombre de quatre (*C. heracleæfolia; C. Flammula*) ou plus souvent de cinq, ou quelquefois de six (*C. Viticella*).

Ep. i. à une, rarement par places deux ou trois (*C. Viticella* [fig. 287 : coupe transversale dans le péricarpe et le spermo-

derme du fruit mûr]) assises de cellules, très allongées dans le sens de l'axe du fruit, à diamètre étroit, ordinairement serrées les unes contre les autres, parfois écartées (*C. Vitalba*) ; à parois épaissies, parfois jusqu'à oblitérer presque complètement la cavité cellulaire (*C. integrifolia* [fig. 284 : coupe transversale dans le péricarpe]; *C. cirrhosa; Atragene Alpina* [fig. 289 : comme à la fig. 287]); celle-ci arrondie ou plus large que haute (*C. Vitalba; C. Flammula*), mais plus souvent plus haute.

FAISCEAUX : deux comme au genre *Anemone*.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Dans toutes les Clématidées, il existe, outre l'ovule principal, deux ou trois paires d'ovules rudimentaires réduits à l'état de mamelons.

L'ovule principal ne comprend qu'un seul tégument et le nucelle.

Tégument : cinq ou six assises de cellules non différenciées.

Nucelle : Ep. N. simple, même au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme peut être formé par le tégument et le nucelle (*C. Vitalba; C. heracleæfolia; C. Flammula*); mais souvent ce dernier est entièrement résorbé avant la maturité.

Tégument : nombre d'assises assez variable : cinq (*C. Flammula*) ; cinq ou six (*C. Vitalba*) ; six (*C. heracleæfolia*) ; sept (*C. cirrhosa ; Atragene Alpina* [fig. 289]) ; huit ou neuf (*C. Viticella* [fig. 287] ; *C. integrifolia* [fig. 285 : coupe transversale dans le spermoderme]).

Ep. e. T. à cellules à paroi externe épaisse, rarement mince (*C. Vitalba*).

Tf. T. parenchymateux.

Ep. i. T. à cellules tabulaires présentant toutes des franges d'épaississement parfois assez hautes (*C. Viticella ; C. cirrhosa ;*

Atragene Alpina), rarement à paroi du fond relativement très épaisse (*C. integrifolia* [fig. 285]). Vues de face, elles montrent des stries qui, toutes (*C. Vitalba; C. cirrhosa*) ou en partie (*C. Viticella* [fig. 288]), rayonnent vers le centre de la cellule, ou bien sont parallèles (*A. Alpina* [fig. 290]), ou concentriques avec un espace clair au milieu (*C. Flammula*); ou bien, au lieu de stries, il y a des hachures dirigées en tous sens (*C. integrifolia* [fig. 286]).

Nucelle : quand il persiste, il consiste en une lame nacrée dont, par l'action des réactifs, l'*Ep. N.* est rendu bien apparent par places et montre des cellules allongées longitudinalement à épaississements fibrillés cellulosiques. Cependant dans *C. heracleæfolia*, l'*Ep. N.* réapparaît à peine, et dans *C. Flammula*, outre l'*Ep. N.*, il persiste çà et là des cellules du *Tf. N.*

HELLEBORÉES.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope unitégumenté ou bitégumenté; graine albuminée, lisse.

Genre HELLEBORUS.

L'*Helleborus fœtidus* L. a fait l'objet d'une étude détaillée et a été décrit à la première partie; je m'en rapporte à ce qu'il y a été dit pour établir les caractères du genre.

Genre CALTHA.

J'ai pu observer les différents stades de la formation du fruit et de la graine du *Caltha palustris* L. Ce fruit consiste en follicules réunis par cinq à dix sur le même pédoncule.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises de cellules.

Ep. e. : comme dans l'*Helleborus*, mais on y rencontre en outre des stomates. Poils nombreux.

Tf. à quatre assises de cellules toutes semblables, mais où l'on peut distinguer :

Tf. e. à une assise de cellules;

Tf. m. à une assise également;

Tf. i. à deux assises;

Ep. i. à cellules allongées tangentiellement (fig. 291 : coupe transversale dans un ovaire).

Structure du péricarpe à la maturité.

Sept assises de cellules.

Ep. e. : comme dans l'*Helleborus;* stomates arrondis; poils caducs.

Tf. : parenchyme à grands méats.

Ep. i. : cellules allongées tangentiellement, à parois externe et interne épaisses. Pas de stomates (fig. 293 : coupe transversale dans le péricarpe mûr).

Faisceaux : trois à parcours comme dans l'*Helleborus*, sauf que le faisceau M ne se trifurque pas pour passer dans le style (fig. 292 : coupe transversale dans le péricarpe, dessin d'ensemble).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine : quatre assises de cellules.

Secondine : deux assises dont l'interne se redouble vers les bords.

Nucelle : Ep. N. multiple au sommet.

Tf. N. non résorbé au sommet et entourant complètement le sac embryonnaire.

Sac embryonnaire volumineux, ovale (fig. 294 : coupe longitudinale d'un ovule).

Spermoderme de la graine mûre.

Toutes les parties de l'ovule, c'est-à-dire la primine, la secondine et le nucelle, concourent à la formation du spermoderme.

Primine : fournissant ses quatre à six assises cellulaires.

Ep. e. P. : cellules isodiamétriques à paroi externe très épaisse, cellulosique, recouverte d'une cuticule bien visible, sans prolongement en forme de papille.

Secondine : deux assises de cellules :

Ep. e. S. peu distinct.

Ep. i. S. : cellules allongées tangentiellement, à épaississements frangés étroits, peu marqués, apparaissant sous forme de lame jaune dans une coupe d'une graine sèche non traitée par les réactifs. Vue de face, cette assise montre des cellules à contours polygonaux hachurés de stries perpendiculaires, le fond restant homogène (fig. 296).

En somme, l'ensemble de la primine et de la secondine qui correspond au tégument unique de l'*Helleborus* en a aussi la

même structure (fig. 295 : coupe transversale dans le spermoderme d'une graine mûre non encore desséchée).

Nucelle : Ep. N. persistant seul, fortement écrasé, reconnaissable par places après l'action des réactifs.

Genre TROLLIUS.

J'ai procédé pour le *Trollius Europœus* L. comme pour le *Caltha*, dont il se rapproche beaucoup.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Sept assises de cellules.

Ep. e. à cellules un peu plus hautes que dans le *Caltha* à parois externe et interne épaisses. Poils comme dans le *Caltha*, mais rares.

Tf. à cinq assises de cellules.

Ep. i. comme dans le *Caltha* (fig. 298 : coupe transversale dans le carpelle, longitudinale par rapport à l'ovule).

Structure du péricarpe à la maturité.

Dix assises de cellules.

Ep. e. à cellules isodiamétriques à parois épaisses, surtout les externes (fig. 299 : coupe transversale de l'*Ep. e.*).

Tf. comme au *Caltha*.

Ep. i. à cellules allongées longitudinalement, à parois toutes épaisses et ponctuées. Pas de stomates (fig. 300 : coupe transversale ; fig. 301 : coupe longitudinale de l'*Ep. i.* du péricarpe mûr).

Faisceaux. — Cinq : un M dorsal, deux *i* à droite et à gauche de celui-ci et deux L ventraux. Ces faisceaux sont reliés entre eux, comme dans l'*Helleborus*, par des anastomoses presque horizontales (fig. 297, comme à la fig. 298, ensemble).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Ovule constitué comme dans le *Caltha*.

Primine : six ou sept assises de cellules.

Secondine comme dans le *Caltha*.

Nucelle : Ep. N. comme dans le *Caltha.*

Tf. N. résorbé en grande partie; il en subsiste une « calotte » au sommet.

Sac embryonnaire très grand (fig. 297 et 298).

Spermoderme de la graine mûre.

La secondine et le nucelle ayant été résorbés, le spermoderme se forme aux dépens *de la primine seule.*

Ep. e. P. à cellules isodiamétriques à parois externes et latérales épaissies en forme de fer à cheval; section des parois latérales claviforme (fig. 302 : coupe transversale du spermoderme mûr, *Ep. e. P.*). Vues de face, ces cellules montrent une cavité arrondie, encadrée d'un contour très épais, brun foncé, bordé intérieurement d'un ourlet polygonal plus clair (fig. 303 : *Ep. e. P.* vu de face).

Tf. P. écrasé, rendu apparent au moyen des réactifs.

Ep. i. P. à cellules tabulaires avec franges d'épaississement; vues de face, elles présentent une striation, comme dans l'*Ep. i. T.* du *Clematis Viticella* (fig. 304 : *Ep. i. P.*, vu de face).

Genre ERANTHIS.

Toutes proportions gardées, l'*Eranthis hyemalis* Salisb. offre beaucoup de ressemblances avec l'*Helleborus.*

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Comme dans l'*Helleborus,* sauf qu'à l'*Ep. e.* il y a des stomates comme dans le *Caltha.*

Structure du péricarpe à la maturité.

Huit assises de cellules toutes écrasées, à parois minces.

Ep. e. à cellules à parois minces, l'externe recouverte d'une cuticule mince; de face, contours sinueux. Stomates et poils comme dans le *Caltha.*

Tf. à cellules à parois minces.

Ep. i. à cellules, vues de face, à contours sinueux; pas de stomates.

Faisceaux : trois comme dans l'*Helleborus* (fig. 306 : coupe transversale du péricarpe mûr; ensemble).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Comme dans le *Trollius Europœus* (fig. 305 : coupe transversale dans un ovaire, longitudinale pour l'ovule).

Spermoderme de la graine mûre.

Formé aux dépens de la primine et de la secondine.

A part l'*Ep. e. P.*, dont les cellules ont des parois externes un peu épaissies, toutes les cellules de la primine et de la secondine, y compris l'*Ep. i. S.*, ont les parois minces et sont écrasées. La secondine se distingue de la primine par sa coloration brune (fig. 307 : coupe transversale dans le spermoderme mûr).

Genre AQUILEGIA.

Ayant examiné *A. vulgaris* L. et *A. chrysantha* A.Gr., je n'ai à aucun stade pu établir entre eux de distinction au point de vue anatomique.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Sept assises de cellules.

Ep. e. Comme dans le *Delphinium Ajacis.* Poils tous ventrus; des stomates.

Tf. subdivisé en trois régions, comme dans le *Delphinium Ajacis,* mais *Tf. i.* ne comprenant que deux assises.

Ep. i. à cellules allongées tangentiellement.

Structure du péricarpe à la maturité.

Sept assises de cellules.

Ep. e. à cellules tabulaires, à paroi externe épaisse, à contour sinueux. Poils persistants. Stomates sans cellules annexes, proéminents (fig. 328 : coupe transversale de l'*Ep. e.* comprenant un poil; fig. 329 : idem comprenant un stomate; fig. 330 : lambeau d'*Ep. e.* vu de face avec stomate et insertion d'un poil) [1].

[1] Toutes les figures se rapportent à l'*A. vulgaris.*

Tf. à cinq assises de cellules toutes semblables, parenchymateuses.

Ep. i. à cellules tangentiellement allongées, à parois épaisses, les latérales étant fortement ponctuées.

Faisceaux : trois reliés entre eux par de nombreuses anastomoses horizontales se relevant verticalement dans le voisinage du faisceau M (fig. 327 : coupe transversale dans le péricarpe mûr).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine : sept assises de cellules.

Secondine : deux assises.

Nucelle : Ep. N. simple partout.

Tf. N. non résorbé au sommet.

Sac embryonnaire étroit (fig. 326 : coupe transversale dans un carpelle, longitudinale dans l'ovule).

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme formé aux dépens de la primine et de la secondine seulement.

Primine : Ep. e. P. à cellules très hautes, à paroi externe très épaisse, de même que la moitié externe des parois latérales, formant ainsi des épaississements en fer à cheval colorés en bleu plus foncé vers l'intérieur que vers l'extérieur; cuticule assez épaisse; le reste des parois latérales et les parois internes minces.

Tf. P. et *Ep. i. P.* ayant ensemble six assises cellulaires écrasées.

Secondine : Ep. e. S. à cellules écrasées.

Ep. i. S. à cellules à paroi interne épaisse, sans franges, à contenu brun.

Nucelle entièrement résorbé (fig. 331 : coupe transversale dans le spermoderme mûr).

DELPHINIÉES.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope unitégumenté ou bitégumenté; graine albuminée, à surface plus ou moins rugueuse, jamais lisse.

Genre ISOPYRUM.

L'*Isopyrum fumarioides* L., que j'ai étudié lors de la floraison et à l'état mûr, possède des caractères établissant une transition du groupe précédent vers celui des Delphiniées.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.
Cinq assises de cellules.
Ep. e. comme dans le *Caltha*.
Tf. à trois assises de cellules peu différenciées.
Ep. i. à cellules allongées longitudinalement.

Structure du péricarpe à la maturité.
Six assises de cellules.
Ep. e. comme dans le *Caltha;* poils les uns plus petits que les autres.
Tf. à quatre assises de cellules.
Ep. i. à cellules allongées longitudinalement ou un peu obliquement à parois épaisses.

Faisceaux : une quinzaine dont trois principaux, un M et deux L à parcours semblable à celui des faisceaux du péricarpe de *Delphinium* (fig. 309 : coupe transversale du péricarpe mûr).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.
Primine : cinq ou six assises de cellules.
Secondine : deux assises cellulaires.

Nucelle : Ep. N. multiple au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet.

Sac embryonnaire assez petit (fig. 308 : coupe transversale dans un carpelle, longitudinale dans l'ovule).

Spermoderme de la graine mûre.

La primine et la secondine seules entrent dans la formation du spermoderme. Celui-ci, à part qu'il est beaucoup plus réduit dans ses formes, offre beaucoup d'analogie avec celui de *Delphinium Ajacis.*

Primine : comme dans le *Delphinium Ajacis.*

Secondine : comme dans le *Delphinium Ajacis;* mais à l'*Ep. i. S.* les franges d'épaississement sont visibles aussi sur une coupe transversale.

Nucelle résorbé (fig. 311 : coupe transversale dans la graine mûre).

Genre GARIDELLA.

L'espèce la plus répandue, le *G. Nigellastrum* L., a seule été étudiée aux deux stades de la fleur épanouie et du fruit mûr.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Quatorze assises de cellules.

Ep. e. : comme dans le *Delphinium Ajacis;* partie effilée des poils ventrus plus courte (fig. 314 : un poil de l'*Ep. e.*).

Tf. subdivisé en trois régions :

Tf. e. à deux assises cellulaires à chlorophylle, se multipliant par place de façon à produire des protubérances;

Tf. m. à trois assises de cellules allongées tangentiellement;

Tf. i. à sept assises de cellules parenchymateuses, sans chlorophylle.

Ep. i. à cellules tabulaires à parois externe et interne épaisses (fig. 313 : coupe transversale de la paroi de l'ovaire).

Structure du péricarpe à la maturité.

Assises cellulaires nombreuses.

Ep. e. à cellules à paroi externe très épaisse recouverte d'une cuticule verruqueuse; poils ventrus; stomates.

Tf. e. : comme au stade précédent.

Tf. m. : de huit à dix assises de cellules étroites à parois épaisses, allongées tangentiellement.

Tf. i. : grandes cellules à parois minces, les assises internes étant résorbées ou aplaties sous forme de lame cornée avec l'*Ep. i.* (fig. 315 : coupe transversale du péricarpe mûr).

FAISCEAUX : trois, reliés par de nombreuses anastomoses horizontales.

Les carpelles, ordinairement au nombre de trois, sont concrescents dans leur moitié inférieure (fig. 312 : coupe transversale dans l'ovaire d'une fleur épanouie, longitudinale pour les ovules).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine : quatre assises de cellules.

Secondine : Ep. e. S. et *Ep. i. S.*, celui-ci à cellules un peu allongées longitudinalement.

Nucelle : Ep. N. très reconnaissable, double au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet.

Sac embryonnaire assez grand.

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme constitué par la primine, la secondine et le nucelle.

Primine : Ep. e. P. à cellules isodiamétriques à parois épaisses et brunes, certaines d'entre elles formant, en se recloisonnant, un réseau proéminent à la surface de la graine [1].

Tf. P. à plusieurs assises de cellules à parois minces, à part

[1] Plus loin, nous verrons qu'il existe également un réseau superficiel dans la graine du *Delphinium Staphisagria;* mais il est formé d'une façon un peu différente.

celles de l'assise la plus externe qui sont beaucoup plus grandes, à parois épaisses et secrètent une sorte de résine (fig. 316 : hyp.).

Ep. i. P. : cellules à parois minces, souvent écrasées.

Secondine : Ep. e. S. : cellules à parois minces assez bien conservées.

Ep. i. S. : comme dans l'*Isopyrum*; vues de face, les cellules présentent les mêmes caractères que celles du *Clematis Vitalba* (fig. 317).

Ep. N. fortement écrasé réapparaissant sous l'action prolongée de l'eau de javelle (fig. 316 : coupe transversale du spermoderme mûr).

Genre NIGELLA.

Trois espèces ont été examinées : *N. Damascena* L.; *N. Hispanica* L. et *N. Orientalis* L., dont les deux premières aux deux stades habituels.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Assises cellulaires au nombre de vingt (*N. Hispanica*) ou plus (*N. Damascena*).

Ep. e. à cellules isodiamétriques à paroi externe épaisse. Poils cylindriques unicellulaires, recourbés (*N. Damascena*), ou poils bicellulaires, à cellule basilaire très longue et à cellule apicale arrondie en tête (*N. Hispanica* [fig. 320]). Stomates assez nombreux.

Tf. divisé en trois régions.

Tf. e. à deux assises, comme dans le *Garidella* (*N. Damascena*), ou trois ou quatre assises, l'extérieure à cellules pallissadiques, les intérieures à cellules isodiamétriques laissant entre elles des lacunes (*N. Hispanica* [fig. 319 : coupe transversale des parois de l'ovaire, *Ep. e.* et *Tf. e.*]); pas de protubérances.

Tf. m. : de quatre à six assises de cellules allongées tangentiellement.

Tf. i. à dix assises environ (*N. Hispanica*) ou plus de cellules parenchymateuses.

Ep. i. : comme dans le *Garidella*.

Structure du péricarpe à la maturité.

Assises cellulaires nombreuses.

Ep. e. à cellules à paroi externe très épaisse, recouverte d'une cuticule striée; protubérances peu nombreuses et étroites (*N. Hispanica; N. Orientalis*) ou nulles (*N. Damascena*).

Tf. e. : comme dans le *Garidella* (*N. Damascena; N. Orientalis*), ou à cellules palissadiques (*N. Hispanica*).

Tf. m. : comme dans le *Garidella*, sauf dans la région voisine des faisceaux M et *i*, quand ils existent, derrière chacun desquels est adossé un massif de sclérenchyme très important (fig. 322 : coupe transversale de la partie libre d'un carpelle mûr de *N. Orientalis* où l'on voit un faisceau M et deux *i* avec leur énorme massif de sclérenchyme). Concrescence entre les carpelles plus grande que dans le *Garidella*, surtout chez le *N. Damascena* (fig. 318 : ensemble de la coupe transversale dans le gynécée d'une fleur épanouie de *N. Hispanica*; fig. 324 : idem de *N. Damascena*).

Tf. m. de chaque carpelle distinct dans la cloison mitoyenne entre les loges et relié seulement par un pont de *Tf. m.* (*N. Hispanica* [fig. 318]; *N. Orientalis*), ou *Tf. m.* des carpelles voisins confondus dans ces cloisons (*N. Damascena* [fig. 324]).

Tf. i. : comme dans le *Garidella* (*N. Hispanica; N. Orientalis*), ou en grande partie résorbé laissant une large cavité limitée vers l'intérieur par l'*Ep. i.* (*N. Damascena*).

Ep. i. résorbé chez *N. Hispanica* et *N. Orientalis*, persistant chez *N. Damascena*, mais séparé du *Tf. i.* et formant une mince membrane séparant une fausse loge extérieure de la loge ovarienne proprement dite.

Faisceaux : trois (*N. Hispanica; N. Damascena*), ou cinq (*N. Orientalis*) dans chaque carpelle. Le M se continue seul dans le bec stylaire plus ou moins long suivant les espèces; mais, suivant toute une région circulaire, il se trouve de très petits faisceaux provenant des faisceaux L et éventuellement des faisceaux *i*. Dans le *N. Hispanica*, où le bec stylaire est très long, le M se bifurque parfois dès la base du carpelle, qui présente alors une forme anormale (fig. 318).

Carpelles au nombre de cinq (*N. Damascena*), ou de cinq à dix (*N. Orientalis*), ou de huit à dix (*N. Hispanica*).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Ovule semblable à celui de *Garidella Nigellastrum*, sauf qu'à la primine il y a cinq assises de cellules et que le nucelle est plus petit. Ovules plus grands dans le *N. Damascena* que dans le *N. Hispanica* (fig. 318 et 324).

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme formé aux dépens des deux téguments et du nucelle.

Primine : Ep. e. P. à cellules à parois épaissies de toutes parts, de deux sortes, les unes plus hautes et plus étroites, situées côte à côte de manière à former à la surface de la graine des crêtes disposées à peu près comme celles de *Delphinium Ajacis*, les autres plus larges, presque cubiques, possédant au milieu de la paroi externe une petite bosse (*N. Damascena* [fig. 325]); ou cellules toutes semblables, cubiques, ne formant pas de crêtes à la surface de la graine; paroi externe seule (*N. Orientalis* [fig. 323]), ou parois externe et latérales (*N. Hispanica* [fig. 321]) épaisses.

Tf. P. à quatre assises environ de cellules à parois minces, méatiques, à contenu chlorophyllien.

Ep. i. P. : comme dans le *Garidella*.

Secondine : Ep. e. S. : comme dans le *Garidella*.

Ep. i. S. à cellules à parois brunes, l'interne plus épaisse, présentant une frange très peu marquée, visible surtout de face sous forme de striations.

Ep. N. : comme dans le *Garidella* (fig. 321 : coupe transversale dans le spermoderme mûr de *N. Hispanica*).

Genres DELPHINIUM et ACONITUM.

Les diverses parties dans ces deux genres offrent tant de ressemblances que je me suis cru autorisé à réunir leur description dans un même paragraphe.

J'ai étudié sept espèces du genre *Delphinium* et quatre du genre *Aconitum* : *Delphinium Ajacis* L.; *D. Consolida* L.*; *D. cardiopetalum* D. C.; *D. Staphisagria* L.; *D. grandiflorum* L.*; *D. elatum* L.; *D. nudicaule* Torr. et Gr.; *Aconitum Napellus* L.; *A. lycoctonum* L.; *A. Anthora* L.* et *A. variegatum* L.* Les espèces marquées d'un astérisque n'ont été étudiées qu'à la maturité.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Assises cellulaires au nombre de sept (*D. cardiopetalum; D. elatum*), huit (*D. Ajacis; D. nudicaule; A. Napellus; A. lycoctonum*) ou dix (*D. Staphisagria*).

Ep. e. à cellules isodiamétriques, parfois déjà allongées longitudinalement (*A. Napellus; A. lycoctonum*), à paroi externe épaisse, rarement aussi l'interne (*D. cardiopetalum; D. Staphisagria*). Des poils de deux sortes, les uns ventrus, les autres effilés, nombreux (*D. Ajacis; D. Staphisagria*) ou rares (*D. nudicaule*), ou bien des poils effilés seulement (*D. cardiopetalum; D. elatum; A. Anthora*), ou bien encore jamais de poils (*A. Napellus; A. lycoctonum*). Des stomates sans cellules annexes.

Tf. dans lequel on peut reconnaître trois régions :

Tf. e. : deux assises en général, trois dans le *D. Staphisagria.*

Tf. m. : une assise.

Tf. i. : le plus souvent trois assises de cellules, parfois deux (*D. cardiopetalum; D. elatum*) ou quatre (*D. Staphisagria*).

Ep. i. à cellules à paroi interne épaissie, tantôt isodiamétriques (*D. Ajacis; D. Staphisagria; D. elatum*), tantôt allongées tangentiellement); dans le *D. Ajacis,* la paroi interne présente un court prolongement en forme de papille.

Structure du péricarpe à la maturité.

Le nombre des assises cellulaires n'augmente généralement guère; ainsi il est de sept dans le *D. cardiopetalum,* de huit dans les *D grandiflorum, D. nudicaule, A. Napellus,* et de neuf ou dix dans les autres espèces étudiées.

Ep. e. à cellules parfois assez grandes (*D. cardiopetalum; D. grandiflorum*), généralement isodiamétriques, ou bien allongées dans le sens de l'axe (*D. cardiopetalum; D. grandiflorum; A. Napellus*), rarement tabulaires (*D. elatum*), présentant, vues de face, un contour plus (*D. Ajacis; D. Consolida; A. lycoctonum; D. cardiopetalum*) ou moins (*D. Staphisagria; D. nudicaule; D. elatum*) sinueux, rarement rectiligne (*D. grandiflorum; A. Napellus*); épaississements répartis sur la paroi externe seulement (*D. Staphisagria; D. elatum; D. nudicaule*), ou sur les parois externe et interne (*D. cardiopetalum; D. grandiflorum; A. Napellus*), ou sur toutes les parois (*D. Ajacis; D. Consolida; A. lycoctonum*). Poils persistants, de deux sortes (*D. Ajacis; D. Consolida; D. Staphisagria; D. nudicaule*), ou poils effilés seulement (*D. cardiopetalum; A. Anthora*), ou bien poils caducs ou encore pas de poils du tout.

Tf. parenchymateux, chlorophyllien, homogène (*D. cardiopetalum; D. grandiflorum; D. nudicaule; A. Napellus*) ou assez souvent à assise externe sans chlorophylle et à parois un peu épaissies.

Ep. i. à cellules allongées tangentiellement, à paroi interne et une partie plus ou moins grande des parois latérales fortement épaissies, celles-ci toujours ponctuées; parfois toutes les parois sont épaissies comme dans *D. cardiopetalum* et *A. Napellus*, où elles le sont beaucoup moins. Vues de face, ces cellules présentent un contour assez fortement sinueux dans les *Delphinium*, moins dans les *Aconitum*. Pas de stomates (*Delphinium*), ou bien des stomates à fente largement ouverte (*Aconitum* [fig. 343 : *Ep. i.* d'*A. Napellus* vu de face]).

Faisceaux : cinq (*D. nudicaule*), ou sept (*Aconitum* [fig. 342 : coupe transversale dans un carpelle d'*A. Napellus*]), ou neuf (*D. Staphisagria* [fig. 349 : coupe transversale dans un carpelle de fleur]), ou onze (*D. cardiopetalum*), ou quinze (*D. elatum*), ou davantage encore, sans atteindre vingt cependant. Quel que soit le nombre, leur parcours est au fond le même que celui des faisceaux de *D. Ajacis*.

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

En général, l'ovule comprend deux téguments et le nucelle. Dans les *D. cardiopetalum*, *D. Staphisagria*, *D. elatum* et *D. nudicaule*, il n'existe qu'un tégument résultant de la concrescence de la primine et de la secondine, comme dans l'*Helleborus fœtidus*, ainsi que l'accuse un sillon divisant le sommet du tégument en deux lobes. Ce sillon est très court dans le *D. cardiopetalum* et le *D. elatum* (fig. 334 : coupe transversale dans le carpelle, longitudinale dans les ovules; fig. 335 : portion marginale du tégument vue à un fort grossissement); il est plus prononcé dans le *D. nudicaule* (fig. 337 : portion de l'ovule voisine du micropyle) et surtout dans le *D. Staphisagria* (fig. 339 : où les ovules sont coupés longitudinalement; fig. 340 : portion marginale du tégument). Déjà dans l'*Aconitum Napellus*, on peut constater l'existence d'une certaine concrescence entre les deux téguments; car la commissure entre les téguments s'y trouve à un niveau notablement plus élevé que la commissure entre la secondine et le nucelle (fig. 344 : coupe longitudinale dans un ovule).

Dans les espèces à deux téguments, la *primine* comprend quatre ou cinq assises de cellules.

Secondine : deux assises, rarement trois ou quatre assises (*A. Napellus*).

Là où il n'y en a qu'un, le *tégument* se compose de quatre (*D. nudicaule* [fig. 337]), sept ou huit (*D. elatum* [fig. 335]), ou huit ou neuf assises cellulaires (*D. cardiopetalum; D. Staphisagria*). On remarquera que ces nombres valent ou dépassent même ceux résultant de l'addition des nombres d'assises des deux téguments des espèces bitégumentées.

Nucelle : Ep. N. en général multiple au sommet, rarement simple (*A. lycoctonum*).

Tf. N. résorbé au sommet dans les *Delphinium* et non dans les *Aconitum*.

Spermoderme de la graine mûre (¹).

Le tégument unique ou les deux téguments et le nucelle entrent dans la composition du spermoderme, excepté dans le *D. cardiopetalum*, où le nucelle est résorbé de bonne heure.

Ep. e. Sp. : cellules à paroi externe plus ou moins fortement épaissie et recouverte de verrues (fig. 147, 148, 149, 150, 151, 155 et 158 du *Delphinium Ajacis*; fig. 333 : portion du spermoderme de *D. cardiopetalum* vu de face, montrant une crête courbée), rarement à parois épaissies de toutes parts (*D. Staphisagria* [fig. 341 : coupe transversale du spermoderme]); ces épaississements montrent toujours une striation parallèle (fig. 336 : coupe transversale du spermoderme de *D. elatum*; fig. 338 : idem du *D. nudicaule*; fig. 341; fig. 348; idem de l'*A. lycoctonum*). Dans le *D. Staphisagria*, ces cellules sont isodiamétriques, sauf certaines qui sont plus hautes et déterminent à la surface de la graine un réseau en relief (fig. 341). Le plus généralement, elles sont allongées suivant l'axe de la graine et sont tantôt bossues en formant des crêtes transversales, comme il l'a été décrit pour le *D. Ajacis* (*D. Consolida*; *D. cardiopetalum* où ces crêtes sont plus hautes et plus étroites [fig. 332 : coupe longitudinale du spermoderme]; *A. lycoctonum*; *A. Anthora*), tantôt sans être bossues, certaines d'entre elles plus hautes, rangées en lignes longitudinales, déterminent dans ce sens des arêtes (*D. grandiflorum*; *D. elatum*; *D. nudicaule*; *A. variegatum*); dans le *D. elatum*, à côté de cellules allongées longitudinalement, il y en a d'isodiamétriques. Enfin, dans l'*A. Napellus*, toutes les cellules sont

(¹) Une simple coupe dans les différents spermodermes mûrs permet difficilement d'établir la distinction entre ceux provenant d'un tégument unique de ceux provenant de deux téguments. D'autre part, la description du spermoderme dans les genres *Delphinium* et *Aconitum* doit s'appliquer aux espèces à un tégument ainsi qu'aux espèces à deux téguments. Je crois donc pouvoir nommer ici *Ep. e. Sp.* l'assise correspondant soit à *Ep. e. P.* ou à *Ep. e. T.*, et *Ep. i. Sp.* l'assise correspondant soit à *Ep. i. S.*, soit à *Ep. i. T.*; enfin *Tf. Sp.* désignera tous les tissus compris entre les deux assises épidermiques (*Sp.* = spermoderme).

allongées longitudinalement aussi, ne présentent pas de gibbosité et sont également hautes; mais les arêtes y sont produites par l'inégale accroissement du nombre des assises du *Tf. Sp.* (fig. 345 : ensemble de la coupe transversale de la graine; fig. 346 : coupe transversale du spermoderme).

Tf. Sp. : plusieurs assises de cellules parenchymateuses écrasées, toutes semblables ou dont l'assise externe a des cellules beaucoup plus grandes (*D. elatum* [fig. 336]; *D. nudicaule* [fig. 338]). Dans l'*A. Napellus*, le nombre d'assises varie par places, ce qui produit l'irrégularité du contour de la graine (fig. 345).

Ep. i. Sp. : cellules étroites, allongées longitudinalement, présentant généralement l'aspect, sur une coupe transversale, de cellules à parois assez minces, l'interne un peu plus épaisse, ou bien l'interne et une partie des latérales plus épaisses (*D. Staphisagria* [fig. 341], ou encore de cellules à parois toutes épaisses (*A. Napellus* [fig. 346]; *A. lycoctonum* [fig. 348]; *A. variegatum; A. Anthora*); sur une coupe longitudinale, épaississements frangés bien visibles (fig. 151; fig. 332); vues de face, elles montrent une striation transversale au grand axe des cellules (fig. 157; fig. 347 : *Ep. i. S.* de *A. Napellus* vu de face).

Nucelle : Ep. N. généralement persistant (excepté dans *D. cardiopetalum*), cellules cubiques parfois recloisonnées (*A. Napellus*), fortement écrasées, mais réapparaissant sous l'action des réactifs.

Tf. N. résorbé, sauf dans *A. Napellus.*

PÆONIÉES.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

Genre ACTÆA.

A cause de l'allure toute spéciale que présente le fruit de l'*Actœa spicata* L., j'en ai suivi le développement depuis le stade le plus jeune du bouton floral, où le carpelle se montre déjà formé d'un grand nombre d'assises cellulaires (fig. 159 et 160 : coupe transversale du carpelle jeune), jusqu'à la maturité.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Vingt assises cellulaires environ.

Ep. e. à cellules isodiamétriques à paroi externe un peu épaissie; pas de poils, des stomates.

Tf. homogène; cellules parenchymateuses, celles des assises internes un peu allongées tangentiellement.

Ep. i. à cellules à parois minces, isodiamétriques dans la région dorsale, un peu allongées tangentiellement dans les autres régions (fig. 162 : coupe transversale du carpelle, région dorsale; fig. 163 : coupe transversale du carpelle d'une fleur flétrie depuis quelque temps, région latérale).

Structure du péricarpe à la maturité.

Péricarpe charnu, le fruit étant une baie; assises cellulaires nombreuses.

Ep. e. : cellules assez petites, isodiamétriques, à parois épaisses, surtout l'externe et l'interne, cuticule mince (fig. 167 : coupe transversale du péricarpe, portion externe); pas de poils, stomates assez grands, arrondis, sans cellules annexes (fig. 166 : *Ep. e.* vu de face).

Tf. : assise externe formée de cellules petites, sclérifiées; les

assises suivantes à cellules de plus en plus grandes, à parois épaisses, cellulosiques, gélifiables, renfermant des corps chlorophylliens et un suc cellulaire coloré; assises profondes à cellules allongées tangentiellement.

Ep. i. : cellules allongées tangentiellement, à parois toutes épaisses, les externes et les latérales fortement ponctuées (fig. 168 : coupe transversale du péricarpe, portion interne).

Il est à remarquer que les parois des cellules continuent à s'épaissir à mesure que le fruit avance dans son état de maturité, c'est-à-dire dès l'époque où il a acquis sa taille et sa coloration définitive jusqu'au moment où il va tomber.

Dans la région ventrale existent deux commissures : une interne et une externe mieux marquée, où les épidermes accolés sont visibles (fig. 164 : coupe transversale d'un ovaire de 2 millimètres, région ventrale externe; fig. 165 : coupe transversale d'un carpelle peu avant sa maturité, région ventrale interne). Dans cette région, les cellules ont les parois munies d'épaississements collenchymateux.

Parcours des faisceaux. — L'ovaire et, par suite, le fruit ne sont pas absolument sessiles sur l'axe floral; ils présentent un court pédicelle. Celui-ci est occupé, un peu excentriquement, par deux groupes de faisceaux rapprochés l'un de l'autre. Le plus gros est bilobé et se trouve du côté de la suture ventrale : ses deux lobes se sépareront plus haut pour former les L. L'autre groupe est assez nettement divisé en trois faisceaux : celui de ces derniers qui se trouve au milieu est le faisceau M, les deux autres sont des faisceaux *i* individualisés très tôt.

Bientôt les trois faisceaux *iMi* s'incurvent en dehors, tandis que les L, en poursuivant leur trajet, se séparent l'un de l'autre. Les faisceaux *i* ne tardent pas à s'éteindre. Il en est de même de la plupart de ceux qui se séparent des L vers l'intérieur. Ce sont là plutôt des anastomoses obliques semblables à celles qui existent dans l'*Helleborus*.

Le faisceau M ne se divise que deux fois; le premier faisceau ainsi formé s'éteint de bonne heure; l'autre accompagne M pendant plus longtemps, parfois jusqu'au sommet.

Enfin les L produisent vers l'extérieur des arcades anastomotiques *a* de moins en moins longues à mesure qu'on s'élève dans le carpelle; ces arcades se joignent aux faisceaux que les L envoient directement aux ovules (fig. 170 : parcours).

En somme, une coupe transversale du carpelle montre cinq faisceaux qui se dirigent verticalement, plus un nombre peu variable d'anastomoses obliques (fig. 169 : coupe transversale du péricarpe).

SPERMODERME.

Le développement de l'ovule suit les mêmes phases que dans les espèces à deux téguments précédemment décrites; le nucelle présente de bonne heure un épiderme divisé au sommet (fig. 171 : coupe longitudinale d'un ovule pris dans un bouton floral de moins de 2 millimètres).

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine : quatre ou cinq assises non différenciées.

Secondine : deux assises de cellules.

Nucelle : Ep. N. multiple au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet (fig. 172 : coupe longitudinale de l'ovule d'une fleur épanouie).

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle.

Primine : Ep. e. P. pallissadique; cellules de hauteur égale assez grande, à parois épaisses, sclérifiées, de couleur rose, à section polygonale (fig. 181 : coupe tangentielle de l'*Ep. e. P.*).

Tf. P. : de deux à six assises de cellules parenchymateuses, à parois un peu épaissies, gélifiables, affaissées, plus petites dans la région du raphé (fig. 176 : coupe transversale du spermoderme presque mûr, région du raphé).

Ep. i. P. : cellules semblables à celles du *Tf. P.*

Secondine : Ep. e. S. à cellules totalement écrasées à peine rendues apparentes sous l'action de la potasse.

Tf. S. nul.

Ep. i. S. à cellules tabulaires dont les parois épaisses, sclérifiées, sont munies de nombreuses ponctuations latérales bien apparentes quand on examine les cellules de face (fig. 182); ces cellules sont cependant écrasées, mais rendues bien visibles par l'action des réactifs.

Nucelle : Ep. N. transformé dans ses deux tiers supérieurs en une lame cornée; par places, il subsiste sous forme de cellules contenant protoplasme et noyau (fig. 179 : coupe transversale du spermoderme mûr et sec; fig. 180 : même coupe traitée par la potasse). Dans le tiers inférieur, il est mieux conservé et présente deux assises de cellules qui ressemblent assez bien à celles de l'albumen (fig. 178 : même coupe qu'à la fig. 179, mais déposée dans l'eau; fig. 177 : coupe transversale d'une graine mûrissante).

Cette dernière coupe, ainsi que celles qui sont faites dans des ovules de plus en plus jeunes, sont indispensables pour nous fixer sur la valeur des couches du spermoderme. C'est pourquoi j'ai cru bon de représenter quelques-unes d'entre elles (fig. 173 : coupe transversale d'un ovule fécondé de carpelle de 4 millimètres; fig. 174 et 175 : coupe longitudinale d'un ovule d'un carpelle de 6 millimètres). Ces deux dernières figures, ainsi que la figure 177, montrent aussi l'aspect caractéristique de l'*Ep. i. S.* dans une coupe bien traitée par les réactifs ou suffisamment jeune.

Genre CIMICIFUGA.

Ce genre fut admis par Linné. De Candolle en a réparti les espèces en deux sections incorporées au genre *Actæa.* En réalité, l'étude du *C. racemosa* Ell. montre que, à notre point de vue spécial, les espèces de ces deux genres ont entre elles beaucoup d'affinités. Mais en raison surtout de la différence des fruits, j'adopte la distinction de ces deux genres.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Huit assises de cellules.

Ep. e., Tf., Ep. i. : comme dans l'*Actæa.*

Structure du péricarpe à la maturité.

Péricarpe parcheminé, le fruit étant un follicule.

Onze assises de cellules environ.

Ep. e. à cellules à parois externe et interne épaisses.

Tf. parenchymateux; cellules à parois épaisses, étirées tangentiellement, desséchées et affaissées dans le fruit mûr.

Ep. i. à cellules assez longues dans le sens tangentiel, à parois fortement épaissies et ponctuées, les externe et interne sclérifiées vers l'intérieur de la cellule (fig. 350 : coupe transversale de l'*Ep. i.* du péricarpe mûr).

FAISCEAUX : trois, reliés par des anastomoses, à parcours assez semblable à celui des faisceaux d'*Actæa* (fig. 349 : coupe transversale dans un carpelle presque mûr, longitudinale dans l'ovule).

SPERMODERME.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Cette structure est identique à celle de l'ovule d'*Actæa.*

Spermoderme de la graine mûre.

Il se forme aux dépens de la primine, de la secondine et d'une partie du nucelle qui est résorbé dans les deux tiers supérieurs.

Primine : Ep. e. P. irrégulièrement pallissadique; cellules d'inégale hauteur, quelques-unes parfois assez basses (fig. 351 : coupe transversale du spermoderme mûr), à parois toutes épaissies, l'interne pouvant parfois être assez mince.

Tf. P. à trois assises de cellules parenchymateuses, à parois peu épaissies, un peu gélifiables.

Ep. i. P. à cellules semblables à celles du *Tf. P.*

Secondine : Ep. e. S. et *Ep. i. S. :* comme dans l'*Actæa.*

Genre PÆONIA.

Outre le *Pæonia officinalis* Retz., j'ai examiné les *P. arietina* Aud. et *P. albiflora* Pall. Leur structure est en tous points semblable à celle du type.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'exposé de mes recherches a été divisé en deux parties. Dans la première, j'ai choisi six types d'organisation autour desquels pouvaient, me semble-t-il, se grouper les différentes espèces de Renonculacées. Pour chacun de ces types, j'ai fait une étude approfondie du péricarpe et du spermoderme, en m'attachant à suivre de près l'évolution de leurs différents tissus; j'ai pu me faire ainsi une conviction quant à la provenance des différentes couches dans le péricarpe et surtout dans le spermoderme mûr.

Dans la seconde partie, j'ai repris ces six types dans le même ordre que dans la première, en les faisant suivre des espèces rangées par De Candolle dans les mêmes tribus qu'eux. J'ai respecté le plus possible, surtout pour les espèces polyspermes, l'ordre établi dans le Prodrome, me réservant d'examiner ensuite si cet ordre est justifié par cette étude. La plupart des espèces sont décrites à deux stades : celui de la fleur épanouie et celui du fruit mûr. Cela ne signifie pas cependant que je me suis borné à examiner les organes à ces seuls stades : des phases intermédiaires ont souvent été observées, et lorsqu'elles présentaient des détails intéressants, il en a été fait mention également.

Quoi qu'il en soit, c'est seulement maintenant que beaucoup d'espèces de cette famille nous sont connues, que nous pouvons en rechercher les traits généraux.

Les caractères que nous avons reconnus dans les Renonculacées nous permettent de tenter l'établissement de diagnoses anatomiques; seulement, ainsi que Baillon le fait très justement remarquer, « nous ne pouvons reconnaître la *valeur absolue* et la *subordination* des caractères; nous sommes contraints d'ad-

mettre et de combiner le plus grand nombre possible de caractères très différents » (¹).

On pourra se rendre compte de ce fait dans la diagnose des genres qui suit :

Genre *Ranunculus*.

Péricarpe présentant un nombre assez restreint d'assises; *Tf.* le plus souvent divisé en trois régions : *Tf. e.*, *Tf. m.* et *Tf. i.*, parfois en deux seulement par suite de la confusion du *Tf. e.* et *Tf. m.* en une seule assise; *Tf. m.* généralement cristalligène; *Tf. i.* de une, deux ou plus généralement trois assises de cellules sclérifiées, allongées longitudinalement; *Ep. i.* : cellules sclérifiées à allongement généralement tangentiel, parfois longitudinal.

Péricarpe indéhiscent. Faisceaux en nombre impair, généralement trois, parfois cinq ou davantage, reliés par des anastomoses plus ou moins longues, en tous sens.

Ovule anatrope, unitégumenté, dressé et solitaire, à raphé ventral et à nucelle présentant un épiderme subdivisé au sommet. Spermoderme comprenant généralement trois assises distinctes : *Ep. e. T.*, *Tf. T.* et *Ep. i. T.*, cette dernière munie d'épaississements frangés dans la plupart des cas, ou bien à cellules à parois internes simplement épaissies.

Genre *Ceratocephalus*.

Péricarpe présentant un nombre restreint d'assises; *Tf.* divisé en trois régions : *Tf. e.*, *Tf. m.*, *Tf. i.*; *Tf. e.* à cellules fortement étirées; *Tf. m.* indistinct, non cristalligène; *Tf. i.* : deux assises de cellules sclérifiées; *Ep. i.* : cellules sclérifiées, allongées tangentiellement; péricarpe indéhiscent à région ventrale très étendue, séparant fortement les faisceaux L; derrière ceux-ci des expansions membraneuses, longues, convolutées; bec stylaire très long; faisceaux : trois.

Ovule anatrope, unitégumenté, dressé et solitaire, à raphé ventral et à nucelle présentant un épiderme subdivisé au

(¹) Baillon, *Histoire des plantes*, t. I, p. 70.

sommet. Spermoderme à trois assises, l'interne avec épaississements frangés.

GENRE *Ficaria.*

Péricarpe à nombre peu élevé d'assises; *Tf.* divisé en trois régions : *Tf. e.* à cellules parenchymateuses assez grandes; *Tf. m.* : cellules petites à parois minces; *Tf. i.* à cellules sclérifiées; *Ep. i.* : cellules à parois peu épaissies, non sclérifiées. Faisceaux : trois.

Ovule anatrope, unitégumenté, solitaire, latéralement inséré le long de la suture ventrale, à raphé ventral et à nucelle présentant un épiderme subdivisé au sommet. Spermoderme à sept assises de cellules, l'interne avec des épaississements frangés.

GENRE *Oxygraphis.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Tf.* : homogène, à cellules à parois minces; *Ep. i.* à cellules sclérifiées, allongées dans le sens longitudinal. Péricarpe déhiscent. Faisceaux : quinze, à gaine de sclérenchyme très épaisse.

Ovule anatrope, unitégumenté, dressé et solitaire, à raphé ventral, à nucelle présentant un épiderme simple au sommet. Spermoderme à trois assises; l'interne sans épaississements frangés, mais à cellules à paroi interne simplement épaissie.

GENRE *Myosurus.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Tf.* : homogène dans la plus grande partie de son étendue, à deux assises de cellules sclérifiées allongées obliquement; *Ep. i.* : cellules sclérifiées, allongées obliquement comme celle du *Tf.* Péricarpe indéhiscent. Faisceaux : trois.

Ovule anatrope, unitégumenté, dressé et solitaire, à raphé ventral; nucelle présentant un épiderme simple au sommet. Spermoderme à quatre assises; l'interne sans épaississements frangés, mais à cellules à paroi interne simplement épaissie.

Par ce qui précède, on voit que les caractères qui distinguent les genres *Ceratocephalus* et *Ficaria* du genre *Ranunculus* sont peu nombreux; c'est également l'opinion formulée par Baillon dans son *Histoire des plantes.*

L'ensemble des caractères fournis par les genres *Oxygraphis* et *Myosurus* présente plus de différences.

Dans tous les cas, ces genres se groupent tout naturellement autour des *Ranunculus* pour former la tribu des Renonculées.

GENRE *Thalictrum*.

Péricarpe à nombre restreint d'assises présentant des côtes et des sillons plus ou moins nombreux, en nombre pair; à l'*Ep. e.*, poils courts, en massue quand ils existent; *Tf.* homogène, à cellules à parois minces, méatiques; *Ep. i.* à cellules allongées longitudinalement à parois épaissies en fer à cheval. Péricarpe indéhiscent. Faisceaux en nombre pair, longeant les côtes, sans anastomoses.

Ovule anatrope, bitégumenté, pendant, solitaire, à raphé dorsal; nucelle à épiderme simple au sommet. Spermoderme formé par les deux téguments; *Ep. e. P.* : cellules à paroi externe épaisse, bombée; *Ep. i. S.* : sans franges d'épaississement, à paroi externe épaisse.

GENRE *Adonis*.

Péricarpe à nombre d'assises assez élevé; poils courts quand ils existent; *Tf.* divisé en trois régions; *Tf. e.* : cellules grandes à parois minces, parenchymateuses; *Tf. i.* : cellules sclérifiées, cristalligènes en plusieurs assises; *Ep. i.* : cellules allongées tangentiellement; péricarpe indéhiscent. Faisceaux en nombre pair, assez nombreux, reliés par des anastomoses.

Ovule anatrope, bitégumenté, pendant, accompagné d'ovules rudimentaires; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme comprenant les deux téguments; *Ep. e. P.* : cellules à paroi externe très épaisse, colorée; *Tf. P.* : assises nombreuses; *Ep. i. S.* : sans franges, cellules à paroi interne peu épaissie.

GENRE *Anemone*.

Péricarpe à nombre restreint d'assises sans côtes ni sillons; poils de l'*Ep. e.* longs, effilés; *Tf.* homogène, à cellules à parois minces, excepté dans *A. narcissiflora*, où les assises internes ont

des parois épaisses; *Ep. i.* : cellules allongées longitudinalement, à parois épaissies généralement en fer à cheval, ou bien toutes également épaissies. Péricarpe indéhiscent. Faisceaux : deux, un dorsal et un ventral.

Ovule anatrope, unitégumenté, pendant, accompagné d'ovules rudimentaires (excepté *A. multifida*); *nucelle à épiderme multiple* au sommet; raphé prolongé dans le tégument, excepté dans la section *Pulsatilla*. Spermoderme : *Ep. e. T.* à parois minces, rarement épaissies vers l'extérieur; *Ep. i. T.* : cellules frangées (sauf dans l'*A. nemorosa*).

Par la structure du péricarpe comme par celle du spermoderme, le genre *Anemone* diffère beaucoup des genres *Thalictrum* et *Adonis*, auxquels De Candolle l'a réuni pour former la tribu des Anémonées. Il se rapproche au contraire singulièrement des Clématidées ; les Pulsatilles surtout n'en diffèrent que par l'*Ep. N.* multiple au sommet. Ce fait est encore plus évident dans le genre *Hepatica*, qui offre le moins de différence avec les *Clematis*. Il n'est donc pas étonnant que Baillon ait séparé les Anémones (auxquelles se rattachent les Hépatiques) des *Thalictrum* pour les joindre à un groupe différent.

Mais il est bizarre que cet auteur, se basant sur la disposition des sépales et des étamines ainsi que sur le port de la plante, ait rassemblé d'une part les *Clematis* et les *Thalictrum*, d'autre part les Renoncules et les Anémones. A ce compte, me basant sur la structure du spermoderme et du péricarpe, j'ai autant de raison de réunir en un groupe les *Thalictrum* et les *Adonis* d'une part, les *Anemone* et *Clematis* d'autre part. Dans ce dernier groupe, nous ferons rentrer aussi le genre *Knowltonia*, qui servira de transition entre les deux par suite de l'analogie qu'offre la structure de son péricarpe avec celui des *Adonis*. En voici le diagnose :

GENRE *Knowltonia*.

Péricarpe à nombre d'assises assez élevé; *Tf.* divisé en deux régions : *Tf. e.* : cellules grandes à parois minces, parenchymateuses; *Tf. i.* : cellules sclérifiées en plusieurs assises; *Ep. i.* :

cellules allongées longitudinalement. Péricarpe indéhiscent. Faisceaux : deux, un dorsal et un ventral.

Ovule anatrope, unitégumenté, pendant, accompagné d'ovules rudimentaires; nucelle à épiderme multiple au sommet; raphé s'arrêtant à la chalaze. *Ep. i. T.* du spermoderme à cellules frangées.

GENRE *Clematis.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; poils de l'*Ep. e.* longs, effilés; *Tf.* homogène, à cellules à parois minces; *Ep. i.* : cellules fibreuses très longues dans le sens longitudinal à parois également épaisses de toute part. Péricarpe indéhiscent. Faisceaux : deux, un ventral et un dorsal.

Ovule anatrope, unitégumenté, pendant, accompagné d'ovules rudimentaires; *nucelle à épiderme simple*; raphé s'arrêtant à la chalaze; spermoderme dont l'*Ep. e. T.* a généralement les *parois externes épaisses* (excepté *C. Vitalba*); *Ep. i. T.* à cellules frangées.

On voit combien ces caractères se rapprochent de ceux des Anémones et que les considérations développées plus haut sont justifiées.

Les caractères fournis par les organes des *Atragene* s'identifient trop avec ceux des *Clematis* pour pouvoir admettre ce genre ; aussi, à l'exemple de De Candolle et de Baillon, suis-je d'avis que l'*A. Alpina* doit être reporté parmi les *Clematis.*

Groupe des Renonculacées à carpelles multiovulés :

GENRE *Helleborus.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises ; *Ep. e.* : cellules grandes, à poils courts, en massue; *Tf.* homogène; *Ep. i.* : cellules isodiamétriques, à stomates. Faisceaux : trois, avec anastomoses horizontales.

Ovule anatrope, unitégumenté par suite de concrescence; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. T.* formé de cellules cubiques à parois externes très épaisses, colorées; *Tf. T.* homogène; *Ep. i. T.* : cellules tabulaires à paroi interne épaisse à franges à peine indiquées.

GENRE *Caltha.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e. :* cellules grandes, à poils courts en massue; *Tf.* homogène; *Ep. i. :* cellules allongées tangentiellement. Faisceaux : trois, à anastomoses horizontales.

Ovule anatrope, bitégumenté; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* à cellules cubiques à parois externes très épaisses, non colorées; *Tf. Sp.* (1) : homogène; *Ep. i. S. :* cellules tabulaires à franges peu marquées.

GENRE *Trollius.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e. :* cellules assez grandes, à poils courts en massue; *Tf.* homogène; *Ep. i. :* cellules allongées tangentiellement. Faisceaux : cinq, avec anastomoses horizontales.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme formé par la primine seule; *Ep. e. P. :* cellules en fer à cheval, à section des parois latérales claviforme; à aspect particulier vues de face; *Tf. Sp.* homogène; *Ep. i. P. :* cellules tabulaires frangées.

GENRE *Eranthis.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e. :* cellules assez grandes, à poils courts en massue; *Tf.* homogène; *Ep. i. :* cellules isodiamétriques sans stomates. Faisceaux : trois, avec anastomoses horizontales.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* à cellules cubiques à paroi externe peu épaissies; *Tf. Sp.* homogène; *Ep. i. S.* à parois minces écrasées.

GENRE *Aquilegia.*

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e.* avec poils ventrus et stomates proéminents; *Tf.* homogène; *Ep. i. :* cellules

(1) Voir la note au bas de la page 110.

allongées tangentiellement à parois interne et latérales épaisses. Faisceaux : trois, avec anastomoses horizontales.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme simple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* à cellules très hautes, prismatiques, à épaississements en fer à cheval envahissant à peine la moitié externe des parois latérales, l'autre moitié de celles-ci et la paroi interne restant minces; *Tf. Sp.* homogène; *Ep. i. S. :* cellules à paroi interne épaissie, sans franges.

Ce genre se rattache beaucoup plus à l'*Helleborus* qu'au *Delphinium* par la vascularisation du péricarpe et par la structure du spermoderme; il ne présente avec le *Delphinium* d'autre point de ressemblance que l'existence, au péricarpe, de poils ventrus.

Tous les genres précédents ont des graines lisses.

GENRE *Isopyrum*.

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e. :* cellules assez grandes; à poils en massues; *Tf.* homogène; *Ep. i. :* cellules allongées longitudinalement à parois épaisses. Faisceaux : quinze, avec anastomoses obliques.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* à cellules bossues, à parois externes épaisses, formant des crêtes horizontales sur la graine. *Tf. Sp.* homogène; *Ep. i. S. :* cellules tabulaires frangées.

GENRE *Nigella*.

Carpelles plus ou moins soudés. Péricarpe à nombreuses assises; *Ep. e. :* cellules à paroi externe très épaisse, à poils assez longs; *Tf.* divisé en trois régions : *Tf. e. :* cellules parenchymateuses, chlorophylliennes dans le jeune âge; *Tf. m. :* plusieurs assises de cellules allongées tangentiellement, à parois épaisses sclérifiées; *Tf. i. :* cellules parenchymateuses grandes, incolores dans le jeune âge, résorbées à l'état mûr. Faisceaux, généralement trois, parfois cinq (*N. orientalis*), avec anastomoses horizontales.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* à cellules isodiamétriques,

parfois allongées longitudinalement (*N. Damascena*), à paroi externe épaisse; parfois toutes les parois épaissies (*Garidella*), formant des crêtes ou un réseau proéminent à la surface de la graine; *Tf. Sp.* homogène, parfois présentant des cellules plus grandes à parois épaisses (*Garidella*); *Ep. i. S.* : cellules tabulaires à paroi interne épaisse avec franges parfois très peu marquées.

Le genre *Garidella*, établi par Tournefort et admis par la plupart des systématiciens, fournit des caractères tellement semblables à ceux du genre *Nigella*, que j'ai cru ne pas devoir en faire une description spéciale; je constate simplement qu'il se rattache intimement à ce dernier genre.

Genre *Delphinium*.

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e.* : cellules à parois externes épaisses; poils longs, ventrus ou effilés, souvent les deux ensemble; stomates superficiels; *Tf.* en général homogène; *Ep. i.* : cellules allongées tangentiellement, à parois interne et latérales très épaisses, parfois les externes aussi. Faisceaux assez nombreux avec anastomoses obliques assez longues.

Ovules anatropes, bitégumentés, parfois unitégumentés par concrescence; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. Sp.* à cellules généralement allongées longitudinalement, à paroi externe épaisse (parfois toutes, *D. Staphisagria*), munies ou non d'ornements extérieurs, souvent bossues ou allongées perpendiculairement à la surface, de manière à former des crêtes horizontales ou longitudinales, ou un réseau à la surface de la graine; *Tf. Sp.* homogène; *Ep. i. Sp.* : cellules étroites, allongées longitudinalement, à franges visibles sur la coupe longitudinale.

Genre *Aconitum*.

Péricarpe à nombre restreint d'assises; *Ep. e.* : cellules à parois externes épaisses; poils généralement nuls; stomates superficiels; *Tf.* homogène; *Ep. i.* : cellules allongées tangentiellement, à parois interne et latérales épaisses. Faisceaux assez nombreux avec anastomoses obliques.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet (excepté dans *A. lycoctonum*). Spermoderme : ***Ep. e. P.*** à cellules allongées longitudinalement, à paroi externe épaisse, verruqueuse, parfois bossues ou allongées perpendiculairement à la surface, de manière à former des crêtes horizontales ou longitudinales (excepté dans *l'A. Napellus*, où les crêtes longitudinales proviennent du *Tf. P.* plus épais en certains endroits); ***Ep. i. S.*** : cellules étroites allongées longitudinalement, à franges visibles sur la coupe longitudinale.

On me reprochera peut-être de m'être répété en donnant tout au long les caractères de ce genre; mais j'ai tenu à le faire pour mieux montrer l'entière similitude qui existe entre le genre *Delphinium* et le genre *Aconitum*. Cette similitude se retrouve d'ailleurs dans les autres organes des plantes de ces genres, à tel point que Baillon a proposé de les réunir en un seul genre sous le nom de *Delphinium*.

Genre *Actæa*.

Péricarpe à assises nombreuses; fruit étant une baie; ***Ep. e.*** : cellules petites; poils nuls; *Tf.* homogène, à cellules gélifiables; ***Ep. i.*** : cellules allongées tangentiellement, à parois épaisses. Faisceaux : cinq, avec anastomoses obliques très longues.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : ***Ep. e. P.*** palissadique, à cellules prismatiques à parois épaisses; *Tf. Sp.* homogène, à cellules à parois gélifiables; ***Ep. i. S.*** : cellules tabulaires, sans franges, à parois toutes épaisses, les latérales ponctuées.

Genre *Cimicifuga*.

Péricarpes à assises nombreuses; fruit étant un follicule; ***Ep. e.*** : cellules petites; poils nuls; *Tf.* homogène, à cellules à parois cellulosiques épaisses, affaissées; ***Ep. i.*** : cellules allongées tangentiellement à parois épaisses. Faisceaux : trois, avec anastomoses obliques.

Ovules anatropes, bitégumentés; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : ***Ep. e. P.*** irrégulièrement pallissadique, à cellules prismatiques à parois épaisses, formant des

crêtes à la surface de la graine; *Tf. Sp.* homogène, à cellules peu gélifiables; *Ep. i. S.* : cellules tabulaires, sans franges, à parois toutes épaisses, les latérales ponctuées.

GENRE *Pæonia.*

Péricarpe à assises nombreuses; *Ep. e.* : cellules petites, à parois épaisses; poils longs abondants. *Tf.* cristalligène, divisé en trois régions; *Ep. i.* : cellules isodiamétriques, à stomates. Faisceaux nombreux, reliés par de nombreuses anastomoses dirigées en tous sens.

Ovules anatropes, bitégumentés, à téguments épais; nucelle à épiderme multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* pallissadique, à cellules à parois externe et interne très épaisses, colorées, les latérales plissées. *Tf. P.* divisé en trois régions : hypoderme pallissadique à cellules étroites, fortement sclérifiées, cristalligènes; *Tf. e. P.* : cellules à parois épaisses gélifiables; *Tf. i. P.* : cellules à parois minces. Secondine écrasée en lame cornée.

Les soixante-dix-huit espèces dont j'ai pu recueillir les fruits et les graines appartiennent donc à vingt-cinq genres généralement reconnus. Par suite des considérations énoncées dans le cours de ces descriptions génériques, nous avons vu combien les caractères fournis par les péricarpes et les spermodermes sont aptes à exprimer les affinités qui lient les espèces et les genres. Il est remarquable aussi que ces rapprochements concordent le plus souvent avec ceux établis par quelques bons auteurs qui n'ont tenu compte cependant que des caractères extérieurs.

Les données qui précèdent eussent peut-être servi à Baillon comme arguments complémentaires pour asseoir les raisonnements qu'il formule au sujet de l'établissement des genres. Loin de moi, cependant, la pensée de vouloir suivre cet auteur dans toutes ses réformes; car c'est aller un peu loin, me semble-t-il, que de confondre en un seul genre

1° Les *Ranunculus*, *Ceratocephalus* et *Oxygraphis;*

2° Les *Helleborus* et *Eranthis;*

3° Les *Trollius* et *Caltha;*

4° Les *Actæa* et *Cimicifuga;*
5° Les *Nigella* et *Garidella;*
6° Les *Delphinium* et *Aconitum;*
7° Les *Anemone*, les *Knowltonia* et surtout les *Adonis*.

Où je ne puis le suivre non plus, c'est dans sa façon de diviser les Renonculacées en tribus ou séries, comme il les appelle. Baillon réduit les cinq tribus de De Candolle à quatre séries, en remaniant totalement la composition de celles-ci; ce sont les Aquilégiées qu'il subdivise en genres à fleurs régulières et en genres à fleurs irrégulières; les Renonculées, les Clématidées et les Pæoniées.

La première contient toutes les espèces à carpelles multiovulés, sauf l'*Actæa* et le *Pæonia;* la seconde, les Renonculées de De Candolle, plus les *Anemone, Callianthemum* et *Hydrastis;* la troisième renferme les *Clematis, Thalictrum* et *Actæa;* enfin la dernière ne comprend que les *Pæonia* et *Crossosoma.*

Pour autant que je puis me le permettre, je pense qu'il serait plus juste de porter à six le nombre des tribus et de les établir comme suit :

I. — La première serait celle des Renonculées; elle comprendrait les *Ranunculus, Ceratocephalus, Ficaria, Oxygraphis* et *Myosurus*. Elle serait caractérisée comme suit :

Péricarpe à nombre généralement très restreint d'assises, dont presque toujours plusieurs sclérifiées; faisceaux en nombre impair. Ovule généralement unitégumenté, dressé et absolument solitaire. Spermoderme à trois assises de cellules et rarement quatre (*Myosurus*).

II. — La seconde, nommée tribu des Thalictrées, comprendrait les genres *Thalictrum* et *Adonis*.

Caractères : Péricarpe à nombre plus ou moins élevé d'assises; *Ep. e.* muni de poils courts en massue; faisceaux en nombre pair assez nombreux, souvent huit au moins, rarement quatre (*Thalictrum aquilegifolium*). Ovule bitégumenté, pendant, solitaire ou accompagné d'ovules rudimentaires. Spermoderme à *Ep. i. S.* sans franges.

III. — La troisième tribu serait celle des Anémonées comprenant les genres *Knowltonia, Anemone, Hepatica* et *Clematis*, le premier pouvant servir d'intermédiaire avec la tribu précédente.

Caractères : Péricarpe à nombre généralement restreint d'assises (sauf chez *Knowltonia*) ; *Ep. e.* présentant des poils longs effilés; *Ep. i.* à cellules allongées longitudinalement, diversement épaissies. Faisceaux : deux.

Ovule unitégumenté, pendant, accompagné d'ovules rudimentaires (sauf chez l'*Anemone multifida*). *Ep. i. T.* presque toujours frangé (sauf chez l'*A. nemorosa*).

IV. — La quatrième tribu aurait pour nom Helléborées et renfermerait les genres *Helleborus, Caltha, Trollius, Eranthis* et *Aquilegia*.

Caractères : Péricarpe à nombre restreint d'assises ; *Ep. e.* à poils ordinairement courts, en massue, rarement longs et ventrus (*Aquilegia*). Faisceaux : trois, rarement cinq (*Trollius*), reliés par des anastomoses horizontales. Ovules généralement bitégumentés ; *Ep. N.* multiple au sommet, rarement simple (*Aquilegia*). *Graines lisses.* Assise externe = *Ep. e. T.* ou *Ep. e. P.* à cellules cubiques ou prismatiques, toutes de même hauteur, à paroi externe très épaisse ; assise interne = *Ep. i. T.* ou *Ep. i. S.* (*Ep. i. P.* chez le *Trollius*), cellules tabulaires à paroi interne épaisse sans frange ou à frange peu marquée, rarement à frange bien nette (*Trollius*).

V. — La cinquième tribu, celle des Delphiniées, réunirait les genres *Isopyrum, Garidella, Nigella, Aconitum* et *Delphinium*, l'*Isopyrum* conduisant aux Helléborées.

Caractères : Péricarpe à nombre d'assises généralement restreint (excepté chez les *Nigella*) ; *Ep. e.* à poils généralement longs, cylindriques, effilés ou ventrus; rarement courts en massue (*Isopyrum*). Faisceaux ordinairement nombreux avec anastomoses obliques (excepté chez les *Nigella*, où ils sont au nombre de trois ou cinq avec des anastomoses horizontales).

Ovules typiquement bitégumentés ; *Ep. N.* généralement

multiple, rarement simple au sommet (*Aconitum lycoctonum*). *Graines rugueuses*, recouvertes de crêtes ou d'un réseau proéminent. Assise externe = *Ep. e. T.* ou *Ep. e. P.* à cellules allongées longitudinalement, parfois isodiamétriques, mais de hauteur inégale, rarement cubiques (certains *Nigella*). Assise interne = *Ep. i. T.* ou *Ep. i. S.* à cellules à frange plus ou moins marquée, ordinairement allongées longitudinalement, parfois tabulaires (*Isopyrum, Nigella, Garidella*).

VI. — Enfin la sixième tribu serait celle des Pæoniées et renfermerait les genres *Actæa, Cimicifuga* et *Pæonia*.

Caractères : Péricarpe à assises nombreuses. *Ep. e.* à cellules petites. *Tf.* plus ou moins homogène, à cellules à parois épaisses. *Ep. i.* à cellules à parois épaisses. Faisceaux ordinairement nombreux, rarement trois (*Cimicifuga*), avec anastomoses obliques.

Ovules bitégumentés à *Ep. N.* multiple au sommet. Spermoderme : *Ep. e. P.* pallissadique; *Tf. P.* à cellules ordinairement à paroi gélifiable; *Ep. i. S.* : cellules à parois épaisses ou non, sans franges.

Actuellement que nous connaissons les caractères des genres et des tribus, il nous est permis d'en tirer ceux que l'on rencontre généralement dans la famille considérée dans son ensemble au point de vue de l'organisation du spermoderme et du péricarpe.

Les caractères constants sont peu nombreux; dans les genres étudiés, nous avons observé que l'ovule est toujours anatrope et que la graine est pourvue d'un albumen abondant. D'autres caractères se remarquent très souvent et, bien que non constants, ont de la valeur; il en est ainsi de la présence d'épaississements frangés à la couche la plus interne du spermoderme; la persistance de la secondine, lorsqu'elle existe, et souvent aussi de l'*Ep. N.* qui alors présente des cellules à épaississements fibrillés semblables à ceux que l'on rencontre dans les parois des anthères. Dans un seul cas, nous avons vu que la secondine est résorbée et que ce sont alors les cellules de l'*Ep. i. P.* qui se revêtent d'épaississements frangés : c'est dans le spermoderme du genre

Trollius. Guignard ([1]), d'ailleurs, a trouvé un cas analogue dans le spermoderme des Crucifères, lequel est principalement caractérisé par la présence d'une assise interne de cellules en U appartenant à l'*Ep. i. P.* Mais dans le *Lunaria biennis* seul, cette assise dépend de l'*Ep. i. S.*

Il est à remarquer combien le classement des espèces en famille repose, chez les Renonculacées, sur des caractères ayant peu de valeur, si on les compare à ceux que l'on envisage dans d'autres familles de plantes, telles que les Légumineuses, les Crucifères, les Cucurbitacées, etc. En peut-il être autrement dans une famille composée d'éléments si divers? Il en est des caractères anatomiques comme de ceux que l'on tire de la morphologie externe des organes floraux et foliaires; là aussi on ne trouve pas de traits saillants, fondamentaux, et l'on se voit alors obligé de se rabattre sur certains faits qui semblent de peu d'importance à première vue, mais qui acquièrent de la valeur par leur rapprochement.

Tout est variable dans les *familles par enchaînement*, comme les a nommées Mirbel, et celle des Renonculacées en est une par excellence. Il n'est pas jusqu'aux espèces elles-mêmes qui ne présentent parfois un polymorphisme inquiétant. Il suffit de consulter le Prodrome pour voir des *Aquilegia* et des *Aconitum* présenter un nombre considérable de variétés; bien plus, au dire de Baillon, les mêmes individus ou tout au moins des individus de même souche peuvent présenter des caractères différents plus ou moins importants ; ainsi le calice des Clématites peut, à une certaine époque de leur vie, devenir imbriqué au lieu d'être valvaire indupliqué; les *Isopyrum* peuvent avoir quelques carpelles à plusieurs ovules et un seul dans les autres.

Il est à croire que ces variations n'ont guère de retentissement dans la structure des péricarpes et surtout dans celle des spermodermes ; car, dans chaque espèce, j'ai toujours pu retrouver la même organisation sur un nombre parfois considérable d'individus différents. En général, les espèces présentent entre

([1]) *Recherches sur le développement de la graine.*

elles des différences assez marquées pour que l'examen de leur spermoderme et de leur péricarpe puisse contribuer à les déterminer; il arrive parfois que ces différences sont très minimes, comme on peut le voir chez les *Clematis*, mais elles sont encore constantes. Il est vrai aussi que d'autres espèces très voisines présentent des caractères tellement semblables que l'on ne pourrait s'en servir. Il en est ainsi de l'*Anemone alba*, qui est tout semblable à l'*A. sylvestris* par la structure du spermoderme et du péricarpe, de l'*Anemone Pulsatilla* ou *Pulsatilla vulgaris* et de la *Pulsatilla montana;* de l'*Aquilegia vulgaris* et de l'*A. chrysantha;* mais, dans son Prodrome, De Candolle se demande parfois également si telle espèce n'est pas la même que telle autre, et c'est notamment le cas pour les deux Anémones.

Nous pouvons donc conclure que l'étude de la structure anatomique des péricarpes et des spermodermes dans les Renonculacées permet de distinguer plusieurs types et d'apprécier les affinités existant entre eux. L'analyse histologique des fruits et des graines complète les diagnoses basées sur les caractères floraux : elle semble fournir des caractères naturels pour l'établissement des tribus; elle assigne des caractères précis à un certain nombre de genres et rattache les autres à ceux-là; enfin elle nous met à même de reconnaître les espèces, sauf celles qui sont tout à fait affines.

Comme application des faits ainsi mis en lumière, j'ai cherché à établir une méthode de recherche pour les genres et les espèces, par le moyen des tableaux dichotomiques qui suivent; cette méthode repose uniquement sur l'examen des péricarpes et des spermodermes à l'état de maturité.

CLEFS DICHOTOMIQUES POUR LA DÉTERMINATION DES GENRES.

1. Des cristaux dans le spermoderme; spermoderme très différencié. **1. Paeonia.**
1. Pas de cristaux dans le spermoderme.
   2. Cellules de l'assise interne du spermoderme à parois distinctement ponctuées, sans épaississements frangés.
      3. *Ep. e. P.* formé de cellules toutes de même hauteur, de manière à former une surface lisse. **2. Actaea.**
      3. *Ep. e. P.* à cellules de hauteur inégale, de manière à former des crêtes ou des bosses produisant une surface chagrinée. **3. Cimicifuga.**
   2. Cellules de l'assise interne non ponctuées, mais le plus souvent munies d'épaississements frangés.
      3. Assise interne du tégument à cellules non tabulaires, mais allongées longitudinalement, à épaississements frangés visibles principalement sur la coupe longitudinale de la graine.
         4. Des stomates à l'*Ep. i.* du péricarpe; *Ep. i Sp* présentant des parois toutes épaissies en coupe transversale. **4. Aconitum.**
         4. Pas de stomates à l'*Ep. i.* du péricarpe; *Ep. i. Sp.* à parois non toutes épaissies. **5. Delphinium.**
      3. Assise interne du tégument à cellules tabulaires.
         4. Assise externe du spermoderme résistante, à parois toutes épaisses ou tout au moins à paroi externe très épaissie; cuticule plus ou moins épaisse (fruits déhiscents).
            5. Cellules de l'assise la plus interne sans épaississements frangés, mais à paroi interne épaissie. **6. Aquilegia.**
            5. Cellules de l'assise la plus interne à épaississements frangés.
               6. Deux téguments; cellules de l'assise interne assez petites à franges plus ou moins marquées sur la coupe transversale.
                  7. Cellules de l'assise externe isodiamétriques, en partie au moins.
                     8. Péricarpe à tissus différenciés.
                        9. Franges peu marquées; *Tf. P.* homogène. **7. Nigella.**
                        9. Franges bien marquées; des cellules sécrétrices dans le *Tf. P.* **8. Garidella.**
                     8. Péricarpe à tissu homogène.
                        9. *Ep. e. P.* à épaississements en fer à cheval. **9. Trollius.**

9. Parois externe et interne de l'*Ep. e. P.* épaissies.
10. Caltha.

7. Cellules de l'assise externe allongées suivant l'axe longitudinal de la graine, bossues en leur milieu, de manière à former des crêtes transversales à la surface de la graine.
11. Isopyrum.

6. Un tégument; cellules de l'assise interne grandes, à franges généralement peu visibles sur la coupe transversale, mieux accusées dans les cellules observées de face; cellules de l'assise externe à paroi externe très épaisse.
12. Helleborus.

4. Assise externe du spermoderme peu résistante, le plus souvent affaissée, sans cuticule (fruits généralement indéhiscents).

5. Spermoderme homogène, à cellules toutes à parois minces, écrasées, sauf la paroi externe de l'*Ep. e. P.*, qui est un peu épaissie; assise interne nullement distincte; graines disséminées isolément (fruit déhiscent). **13. Eranthis.**

5. Spermoderme différencié; au moins une assise résistant à l'affaissement; assise interne frangée ou tout au moins à paroi interne épaissie; graine emprisonnée dans le péricarpe indéhiscent (akènes).

6. Faisceaux en nombre pair dans le péricarpe, vers le milieu de l'akène; ovule pendant.

7. Deux faisceaux seulement.

8. Plus de dix assises cellulaires au péricarpe; *Tf.* du péricarpe différencié en *Tf.* parenchymateux et en *Tf.* sclérifié. **14. Knowltonia.**

8. Moins de dix assises; *Tf.* généralement homogène.

9. Six à huit assises au péricarpe avec *Tf.* entièrement homogène. **15 et 16. Clematis et Atragene.**

9. Les deux caractères précédents n'existant pas simultanément; assises du péricarpe ordinairement moins nombreuses.

10. Cellules de l'*Ep. e.* du péricarpe à paroi externe très épaisse et l'interne un peu moins; *Tf.* du péricarpe homogène; six à huit assises au tégument. **17. Hepatica.**

10. Akènes ne présentant pas à la fois ces caractères; assises moins nombreuses au tégument.
18. Anemone.

7. Au moins quatre faisceaux dans le péricarpe.
8. *Tf.* du péricarpe à assises nombreuses différenciées; *Tf. i.* sclérifié. **19. Adonis.**
8. *Tf.* du péricarpe homogène, assises moins nombreuses; pas de tissu sclérifié. **20. Thalictrum.**

6. Faisceaux en nombre impair dans le péricarpe vers le milieu de la graine; ovule dressé [1].
7. *Tf.* du péricarpe à cellules toutes à parois minces; *Ep. i.* à cellules sclérifiées à contours sinueux. **21. Oxygraphis.**
7. Au moins une assise sclérifiée au *Tf.*
8. Péricarpe dont le *Tf. e.* non sclérifié manque à certains endroits; cellules sclérifiées dirigées obliquement. Toutes les assises du tégument rendues visibles par les réactifs. *Ep. i. T.* à paroi interne très épaisse, sans frange. **22. Myosurus.**
8. Péricarpe et tégument ne présentant pas tous ces caractères réunis.
9. Faisceaux LL très écartés l'un de l'autre par suite du développement en largeur de la région ventrale; des expansions latérales derrière les faisceaux L; cavité de l'akène à diamètre dorso-ventral plus petit que l'autre. **23. Ceratocephalus.**
9. Faisceaux LL rapprochés; pas d'expansions latérales; cavité de l'akène arrondie ou à diamètre dorso-ventral plus grand. **24. Ranunculus.**
10. *Ep. i.* du péricarpe bien visible, fortement sclérifié.
10. *Ep. i.* du péricarpe peu distinct, cellulosique. **25. Ficaria.**

(1) Dans le *Ranunculus divaricatus* et le *Ficaria*, l'ovule étant inséré un peu plus haut que dans les autres espèces, la coupe présente un nombre pair ou un nombre impair de faisceaux suivant qu'elle est pratiquée un peu au-dessous ou un peu au-dessus du milieu de la graine.

CLEFS DICHOTOMIQUES POUR LA DÉTERMINATION DES ESPÈCES.

GENRE *ACONITUM*.

A. — *Ep. e. P.* à cellules bossues, à bosses hautes, alignées, formant des crêtes.

1. Paroi externe des cellules de l'*Ep e. P.* très épaisses. *A. lycoctonum* L.
1. Paroi externe moins épaisse. *A. Anthora* L.

B. — Cellules de l'*Ep. e. P.* non bossues.

1. Paroi externe et partie externe des parois latérales des cellules de l'*Ep. e. P.* épaissies; *Tf. P.* plus épais par endroits. *A. Napellus* L.
1. Paroi externe seule épaissie; *Tf. P.* égal; cellules de l'*Ep. e. P.* situées aux arêtes de la graine plus hautes. *A. variegatum* L.

GENRE *DELPHINIUM*.

A. — Cellules de l'*Ep. e. Sp.* à parois toutes épaissies, les unes isodiamétriques, les autres plus hautes formant un réseau à la surface de la graine. *D. Staphisagria* L.

B. — Cellules à paroi externe seule épaissie, ordinairement allongées longitudinalement.

1. Cellules bossues, à bosses hautes, alignées, formant des crêtes.
   2. Crêtes plus abruptes et plus étroites; des poils effilés seulement à l'*Ep. e.* du péricarpe. *D. cardiopetalum* D. C.
   2. Crêtes plus trapues; deux sortes de poils au péricarpe. *D. Consolida* L. et *D. Ajacis* L.
1. Cellules non bossues.
   2. Cellules de l'*Ep. e.* du péricarpe à contours rectilignes; pas de poils; *Ep. e. Sp.* à cellules très hautes aux arêtes de la graine. *D. grandiflorum* L.
   2. Cellules de l'*Ep. e.* du péricarpe à contours sinueux; poils persistants ou caducs.
      3. Poils persistants de deux sortes; *Ep. e. Sp.* à cellules les unes tabulaires, les autres allongées, mais à section assez large. *D. elatum* L.
      3. Poils caducs; *Ep. e. Sp.* à cellules toutes allongées longitudinalement, assez étroites. *D. nudicaule* Torr. et Gr.

GENRE *NIGELLA*.

A. — Cellules de l'*Ep. e. P.* de deux sortes, les unes hautes et plus étroites que les autres et formant des crêtes à la surface de la graine.
N. Damascena L.

B. — Cellules de l'*Ep. e. P.* toutes de même forme et de même hauteur.
1. Parois externes et latérales épaissies dans les cellules de l'*Ep. e. P.*; trois faisceaux dans le péricarpe. *N. Hispanica* L.
1. Parois externes seules épaissies dans les cellules de l'*Ep. e. P.*; cinq faisceaux dans le péricarpe, dont trois adossés chacun à un gros massif de sclérenchyme. *N. Orientalis* L.

GENRE *CLEMATIS*.

A. — *Ep. i.* du péricarpe montrant en certains endroits deux et même trois assises de cellules sclérifiées. *C. Viticella* L.

B. — Toujours une seule assise à l'*Ep. i.*
1. Cellules de l'*Ep. i. T.* ne présentant pas toutes des épaississements frangés sur la coupe transversale. *C. heracleæfolia* D.C.
1. Des franges à toutes les cellules.
2. Cellules de l'*Ep. i.* du péricarpe arrondies, étroites et souvent écartées les unes des autres. *C. Vitalba* L.
2. Cellules de l'*Ep. i.* à section rectangulaire, assez grandes, contiguës.
3. *Ep. i. T.* vu de face présentant des hachures dans les cellules. *C. integrifolia* L.
3. *Ep. i. T.* vu de face présentant des stries.
4. Stries concentriques dans chaque cellule. *C. Flammula* L.
4. Stries convergeant vers le centre. *C. cirrhosa* L.
4. Stries parallèles. *C. (Atragene) Alpina* Mill.

GENRE *ANEMONE*.

A. — *Tf.* du péricarpe homogène; *Ep. e.* à paroi externe seule épaissie.
1. *Ep. i.* à épaississements en fer à cheval ou à parois inégalement épaissies.
2. Pas de franges à l'*Ep. i. T.*; cellules écrasées. *A. nemorosa* L.
2. Des franges.
3. Franges très étroites.
4. *Ep. i.* du péricarpe à épaississements en fer à cheval.

5. Trois assises au *Tf.*; cellules de l'*Ep. e.* et du *Tf.* volumineuses. *A. vitifolia* Buchan.

5. Deux assises au *Tf.*; cellules de l'*Ep. e.* et du *Tf.* moins grandes. *A. alba* Juss. et *A. sylvestris* L.

4. *Ep. i.* à parois inégalement épaissies; section de la cavité cellulaire en forme de larme. *A. Baldensis* L.

3. Franges assez larges.

4. Deux assises au *Tf.* du péricarpe. *A. Virginiana* L.

4. Trois assises au *Tf.* du péricarpe. *A. multifida* D.C.

1. *Ep. i.* à parois toutes également épaissies (sect. *Pulsatilla*).

2. Des poils à l'*Ep. e.* du péricarpe.

3. Cellules de l'*Ep. e.* volumineuses; nucelle résorbé. *A. pratensis* L.

3. Cellules de l'*Ep. e.* moins grandes; *Ep. N.* persistant. *A. intermedia* Hoppe et *A. Pulsatilla* L.

2. Pas de poils à l'*Ep. e.*; cellules de l'*Ep. i.* plus allongées radialement. *A. vernalis* L.

B. — *Tf.* du péricarpe différencié en *Tf. e.* parenchymateux et en *Tf. i.* sclérenchymateux; *Ep. e.* à parois externe et interne épaissies; ordinairement huit assises au péricarpe. *A. narcissiflora* L.

GENRE *ADONIS*.

A. — Des poils à l'*Ep. e.* du péricarpe.

1. Poils courts, glanduleux; coloration bleue à l'*Ep. e. P.* *A. autumnalis* L.

1. Poils longs et effilés; pas de coloration à l'*Ep. e. P.* *A. vernalis* L.

B. — Pas de poils; *Tf. i.* plus fortement coloré en brun. *A. æstivalis* L.

GENRE *THALICTRUM*.

A. — Dix faisceaux dans le péricarpe. *Th. flavum* L.

B. — Quatre faisceaux. *Th. aquilegifolium* L.

GENRE *RANUNCULUS*.

A. — Des épaississements frangés à l'*Ep. i. T.*

1. Plus de cinq faisceaux au péricarpe; des protubérances terminées par un poil épineux. *R. arvensis* L.

1. Péricarpe ne présentant pas ces caractères.

2. Des cristaux dans le péricarpe.

3. Cinq faisceaux dans le péricarpe.

4. **Tf. e. et Tf. m. distincts; deux assises au Tf. e.; une assise cristalligène au Tf. m.** *R. nemorosus* D.C.

4. **Tf. e. et Tf. m. confondus en une assise cristalligène.** *R. Steveni* Andr.

3. **Trois faisceaux.**

4. **Tf. e. et Tf. m. distincts, ce dernier cristalligène.**

5. **Tf. e. à une assise de cellules.**

6. **Tf. i. ayant d'une à trois assises de cellules sclérifiées; Ep. i. T. à frange étroite. Nucelle résorbé.** *R. Monspeliacus* L.

6. **Tf. i. ayant cinq assises de cellules sclérifiées; Ep. i. T. à frange large; Ep. N. ordinairement persistant.** *R. repens* L.

5. **Tf. e. à deux assises de cellules.**

6. **Ep. e. du péricarpe à cellules assez grandes et tabulaires; Ep. N. persistant.** *R. bulbosus* L.

6. **Ep. e. à cellules isodiamétriques; Ep. N. résorbé.** *R. Broterii ?.*

4. **Tf. e. et Tf. m. confondus en une seule assise cristalligène.**

5. **Ep. i. à cellules allongées longitudinalement.** *R. lanuginosus* L.

5. **Ep. i. à cellules allongées tangentiellement.**

6. **Trois assises au Tf. i.; expansions ailées, dorso-ventrales.** *R. Illyricus* L.

6. **Plus de trois assises au Tf. i.; pas d'expansions ailées.**

7. **Cellules de l'Ep. e. isodiamétriques.**

8. **Cellules de l'Ep. e. grandes.** *R. millefoliatus* Vahl.

8. **Cellules de l'Ep. e. plus petites.** *R. Gouani* Willd.

7. **Cellules de l'Ep. e. plus longues dans un sens.**

8. **Cellules de l'Ep. e. perpendiculairement allongées; pas de stomates à l'Ep. e.** *R. tuberosus* Lapeyr.

8. **Cellules de l'Ep. e. longitudinalement allongées; des stomates à l'Ep. e.** *R acris* L.

2. **Pas de cristaux dans le péricarpe.**

3. **Trois faisceaux dans le péricarpe.**

4. **Tf. e. et Tf. m. confondus en une seule assise.** *R. sceleratus* L.

4. **Tf. e. et Tf. m. distincts.**

5. **Cellules de l'Ep. i. allongées longitudinalement; Ep. i. T. à cellules petites.** *R. abortivus* L.

5. **Cellules de l'Ep. i. allongées tangentiellement; Ep. i. T. à cellules plus grandes.**

6. **Ni stomates ni poils à l'Ep. e.; Tf. i. à sept assises.** *R. platanifolius* L.

6. **Des stomates et des poils; Tf. i. à cinq assises au plus.**

7. *Ep. e.* à cellules tabulaires assez grandes; *Tf. e.* à deux assises; *Ep. N.* persistant. *R. auricomus* L.

7. *Ep. e.* à cellules isodiamétriques; *Tf. e.* à une assise cellulaire; *Ep. N.* résorbé. *R. Cassubicus* L.

3. Deux faisceaux dans le péricarpe; *Ep. e.* à cellules allongées longitudinalement; *Tf. e.* à deux assises; *Tf. m.* sans cristaux; *Tf. i.* à deux assises. *R. divaricatus* Schrk.

B. — Pas d'épaississements frangés à l'*Ep. i. T.*

1. *Tf. e.* et *Tf. m.* confondus en une assise cristalligène; *Tf. i.* à trois assises cellulaires au plus.

2. Une ou deux assises au *Tf. i.*; expansions ailées, dorso-ventrales. *R. Asiaticus* L.

2. Trois assises au *Tf. i.*; pas d'expansions ailées. *R. Flammula* L.

1. *Tf. e.* et *Tf. m.* distincts à une assise chacun; *Tf. m.* cristalligène; *Tf. i.* à six assises cellulaires. *R. Lingua* L.

PLANCHES.

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

a.	Anse anastomotique.
acro.	Acropyle.
Alb.	Albumen.
ch.	Chalaze.
chl.	Chlorophylle.
cp.	Carpelle.
e.	Externe.
Emb.	Embryon.
Ep.	Épiderme.
ét.	Étamine.
faisc.	Faisceau.
fun.	Funicule.
hyp.	Hypoderme.
i.	Faisceau intermédiaire.
i.	Interne.
L.	Faisceau latéral.
l.	Lacune.
m.	Moyen.
M.	Faisceau médian.
Micr.	Micropyle.
n.	Noyau.
Nuc.	Nucelle.
Ox.	Cristal d'oxalate de chaux.
ov.	Ovule.
p.	Poil.
P.	Primine.
pap.	Papille.
Péric.	Péricarpe.
Pl.	Mamelon placentaire.
p. s.	Poil scabre.
pt.	Ponctuation.
Ptl.	Pétale.
p. v.	Poil ventru.
R.	Raphé.
rud.	Ovule rudimentaire.
S.	Secondine.
Sac.	Sac embryonnaire.
Sp.	Sépale.
Sperm.	Spermoderme.
St.	Stomate.
T. ou *Tég.*	Tégument.
Tf.	Tissu fondamental.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

RANUNCULUS ARVENSIS L.

Péricarpe.

Fig. 1. — Coupe longitudinale médiane dans un carpelle d'un bouton floral de 1 millimètre de longueur (pp. 11 et 17).

Fig. 2. — Carpelle d'une fleur épanouie vu extérieurement par le côté (p. 11).

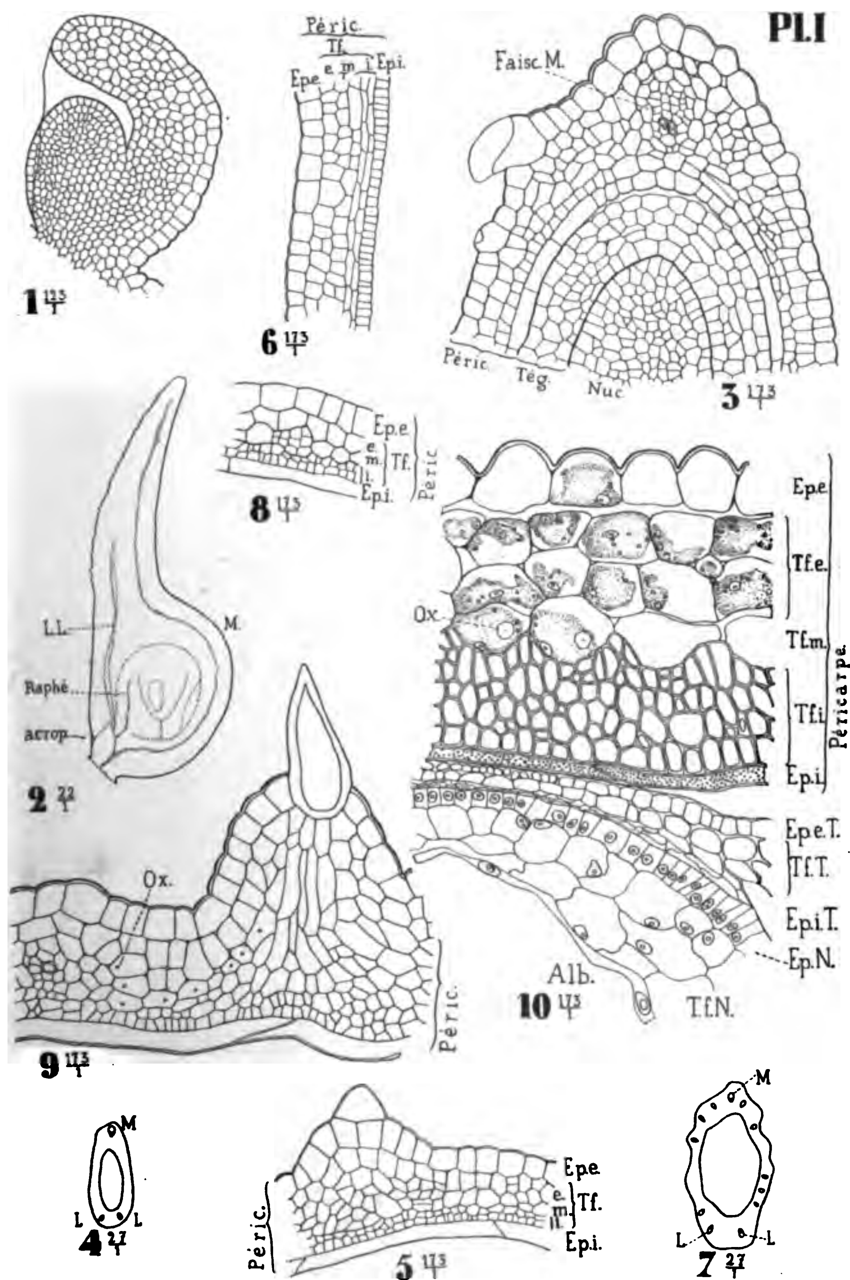
Fig. 3 et 4. — Coupe transversale dans l'ovaire et l'ovule d'un bouton de 2 millimètres (p. 12).

Fig. 5, 7 et 8. — Coupe transversale de la paroi de l'ovaire d'une fleur épanouie (p. 13).

Fig. 6. — Coupe longitudinale de la paroi de l'ovaire d'une fleur épanouie (p. 13).

Fig. 9. — Coupe transversale de la paroi de l'ovaire d'une fleur flétrie (p. 14).

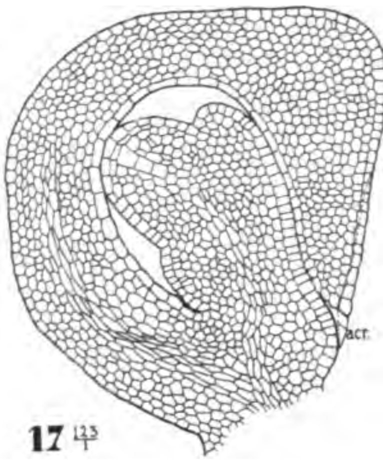
Fig. 10. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme à la fin de leur croissance (p. 13).

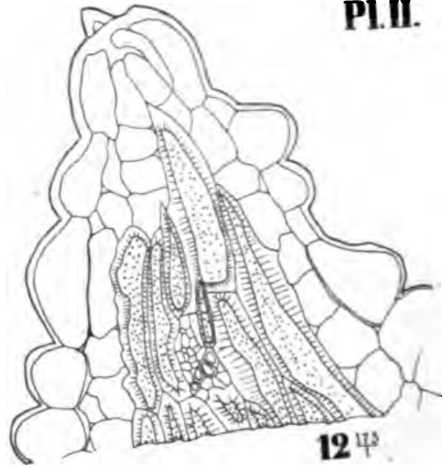


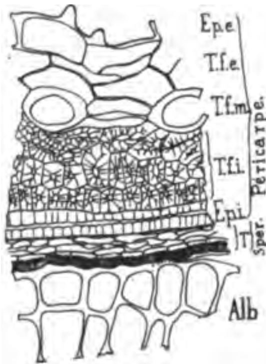
Hyac. Lonay ad. nat. del.

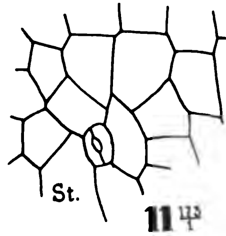
RANUNCULUS ARVENSIS. Péricarpe et Spermoderme.

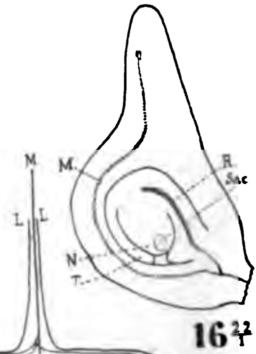
Pl.II.

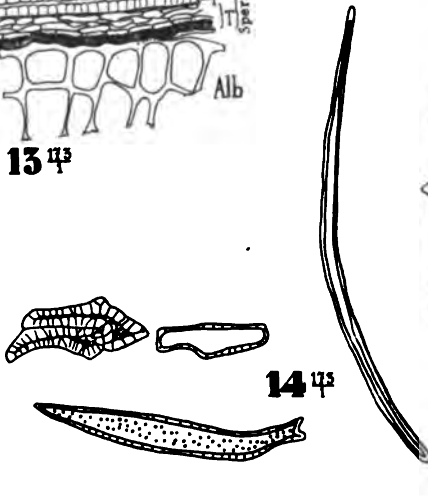


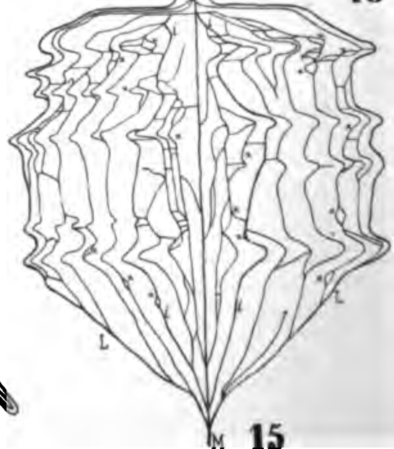












Hyac. Lonay ad. nat. del.

RANUNCULUS ARVENSIS. Péricarpe et Spermoderme (suite).

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

RANUNCULUS ARVENSIS L.

Péricarpe (suite).

Fig. 11. — Lambeau d'*Ep. e.* vu de face (p. 14).

Fig. 12. — Coupe d'une protubérance d'un akène presque mûr (p. 14).

Fig. 13. — Coupe transversale dans un akène mûr ayant séjourné dans l'alcool et la glycérine (p. 15).

Fig. 14. — Éléments dissociés du *Tf. i.* (p. 15).

Fig. 15. — Parcours des faisceaux dans le péricarpe (p. 16).

Spermoderme.

Fig. 16. — Coupe longitudinale dans un carpelle d'un bouton de 3 millimètres (p. 16).

Fig. 17. — Coupe longitudinale dans un carpelle d'un bouton de 2 millimètres (p. 17).

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

RANUNCULUS ARVENSIS L.

Spermoderme (suite).

Fig. 18. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton de 3 millimètres (p. 17).

Fig. 19. — Portion de coupe longitudinale dans un ovule de fleur fraîchement épanouie (p. 17).

Fig. 20. — Coupe transversale dans un ovule semblable (p. 17).

Fig. 21. — Coupe transversale dans un ovule remplissant plus de la moitié de la cavité d'un péricarpe arrivé à sa taille définitive (p. 18).

Fig. 22. — Coupe transversale dans un ovule remplissant presque entièrement le péricarpe (p. 18).

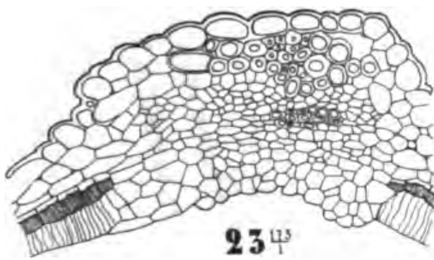
Fig. 23, 24, 25 et 26. — Coupe transversale dans une graine mûre, mais non desséchée encore : régions diverses et dessin d'ensemble (p. 19).

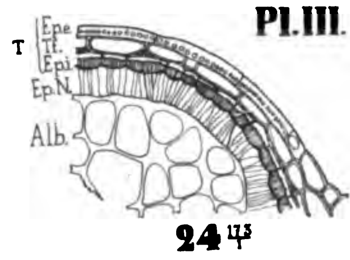
Fig. 27. — *Ep. e. T.* et *Tf. T.* vus de face (p. 19).

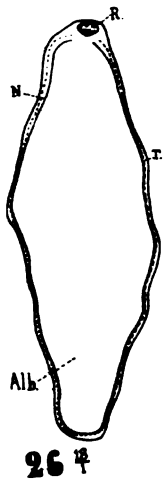
Fig. 28. — *Ep. i. T.* vu de face (p. 19).

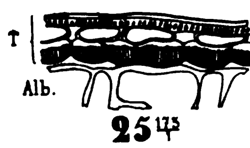
Fig. 29. — Coupe dans l'albumen d'une graine sèche, traitée par l'eau de javelle (p. 20).

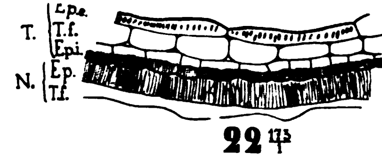
Pl. III.

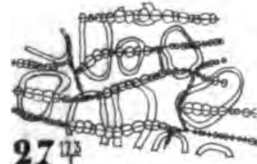


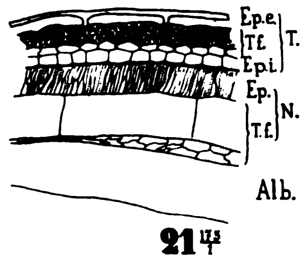


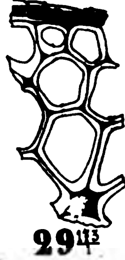




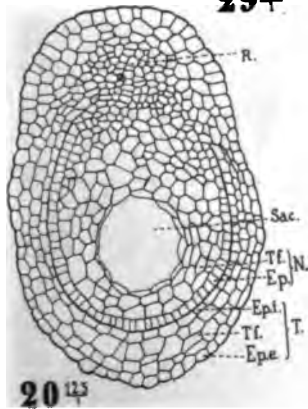


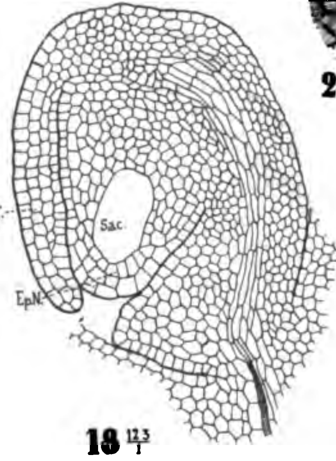


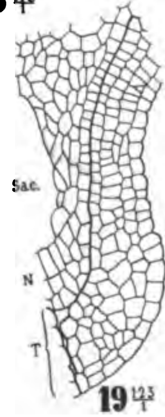






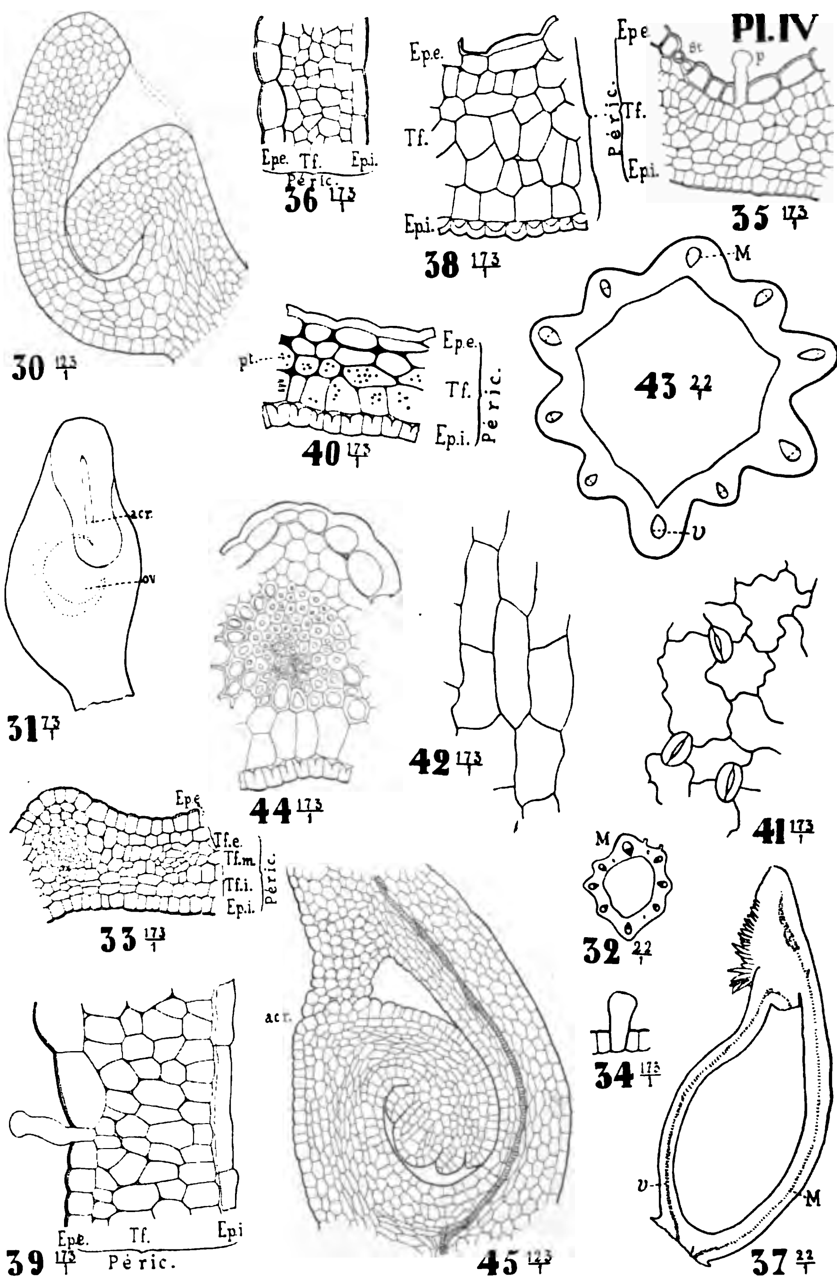






Hyac. Lonay ad. nat. del.

RANUNCULUS ARVENSIS. Spermoderme.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

THALICTRUM FLAVUM. Péricarpe.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

THALICTRUM FLAVUM L.

Péricarpe.

Fig. 30. — Coupe longitudinale dans un carpelle d'un bouton de 1 millimètre (pp. 25 et 26).

Fig. 31. — Carpelle d'un bouton de 2 millimètres vu extérieurement (p. 23).

Fig. 32. — Ensemble d'une coupe transversale du même (p. 23).

Fig. 33 et 34. — Détails de la coupe précédente et poil (p. 23).

Fig. 35. — Coupe transversale dans un ovaire de 2 millimètres (p. 24).

Fig. 36 et 37. — Coupe longitudinale dans un pareil ovaire (p. 24).

Fig. 38 et 43. — Coupe transversale dans un ovaire de 3 millimètres traitée par la potasse (pp. 25 et 26).

Fig. 39. — Coupe longitudinale du même (p. 25).

Fig. 40. — Coupe transversale dans un péricarpe ayant séjourné dans l'eau, mise dans le chlorure de zinc iodé (p. 25).

Fig. 41. — *Ep. e.* vu de face (p. 25).

Fig. 42. — *Ep. e.* longeant les côtes (p. 25).

Fig. 44. — Faisceau de taille moyenne d'un carpelle presque mûr (p. 26).

Spermoderme.

Fig. 45. — Coupe longitudinale dans l'ovule d'un bouton de 1^{mm},5 (p. 27).

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

THALICTRUM FLAVUM L.

Spermoderme (suite).

Fig. 46. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton de 2 millimètres (p. 27).

Fig. 47. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton presque épanoui (p. 27).

Fig. 48 et 49. — Coupe longitudinale dans l'ovule fécondé d'un ovaire de 2 millimètres (p. 28).

Fig. 50 et 51. — Coupe longitudinale dans l'ovule d'un ovaire de $2^{mm},5$ (p. 28).

Fig. 52 et 53. — Coupe longitudinale dans l'ovule d'un ovaire de 3 millimètres (p. 28).

Fig. 54 et 55. — Coupe transversale dans l'ovule d'un ovaire de 2 millimètres (p. 28).

Fig. 56 et 57. — Coupe transversale dans l'ovule d'un ovaire de $2^{mm},5$ (p. 28).

Fig. 58. — Coupe transversale dans l'ovule d'un ovaire de 3 millimètres (p. 28).

Fig. 59. — Coupe transversale d'une graine sèche traitée par l'acide lactique (p. 28).

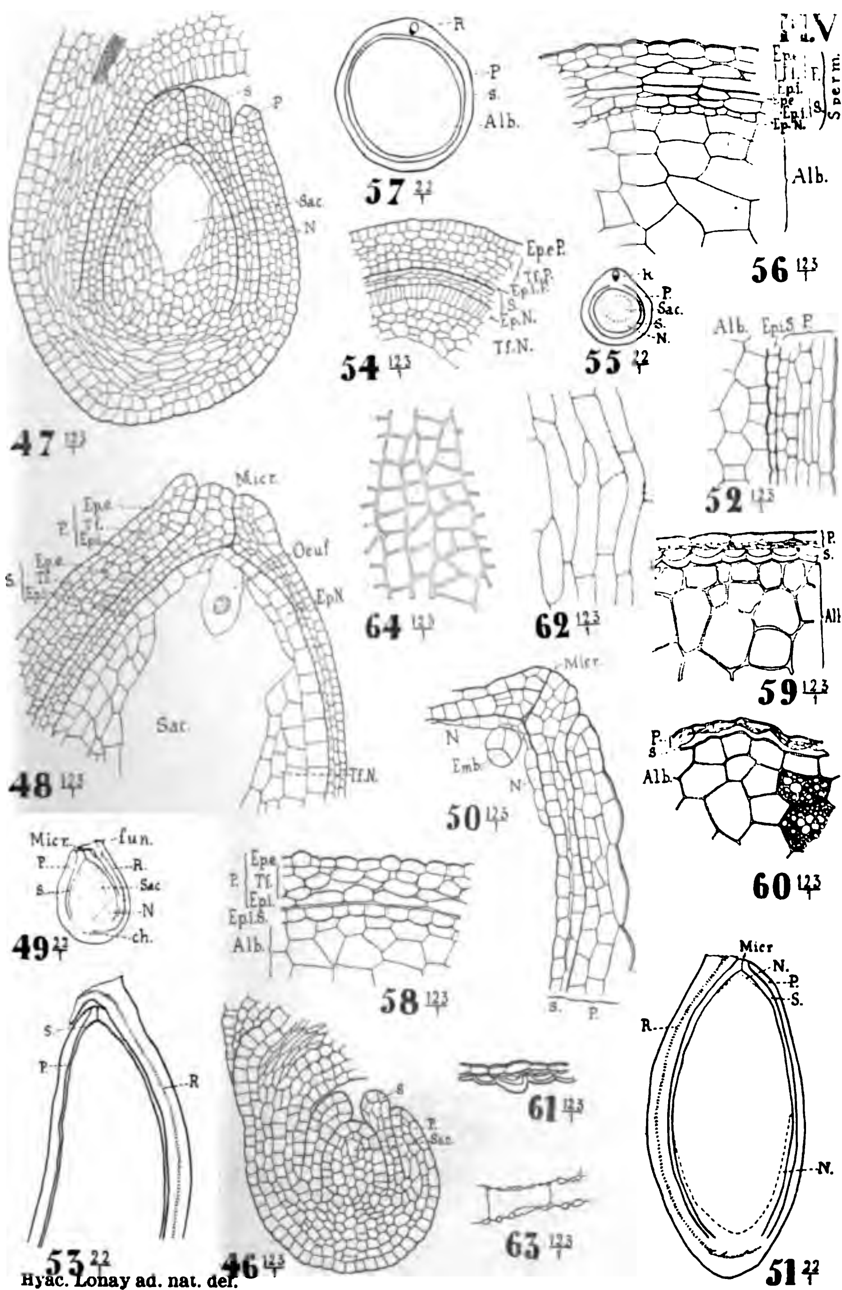
Fig. 60. — Coupe semblable non traitée, mise dans la glycérine anhydre (p. 28).

Fig. 61. — Coupe semblable ayant séjourné longtemps dans la potasse (p. 28).

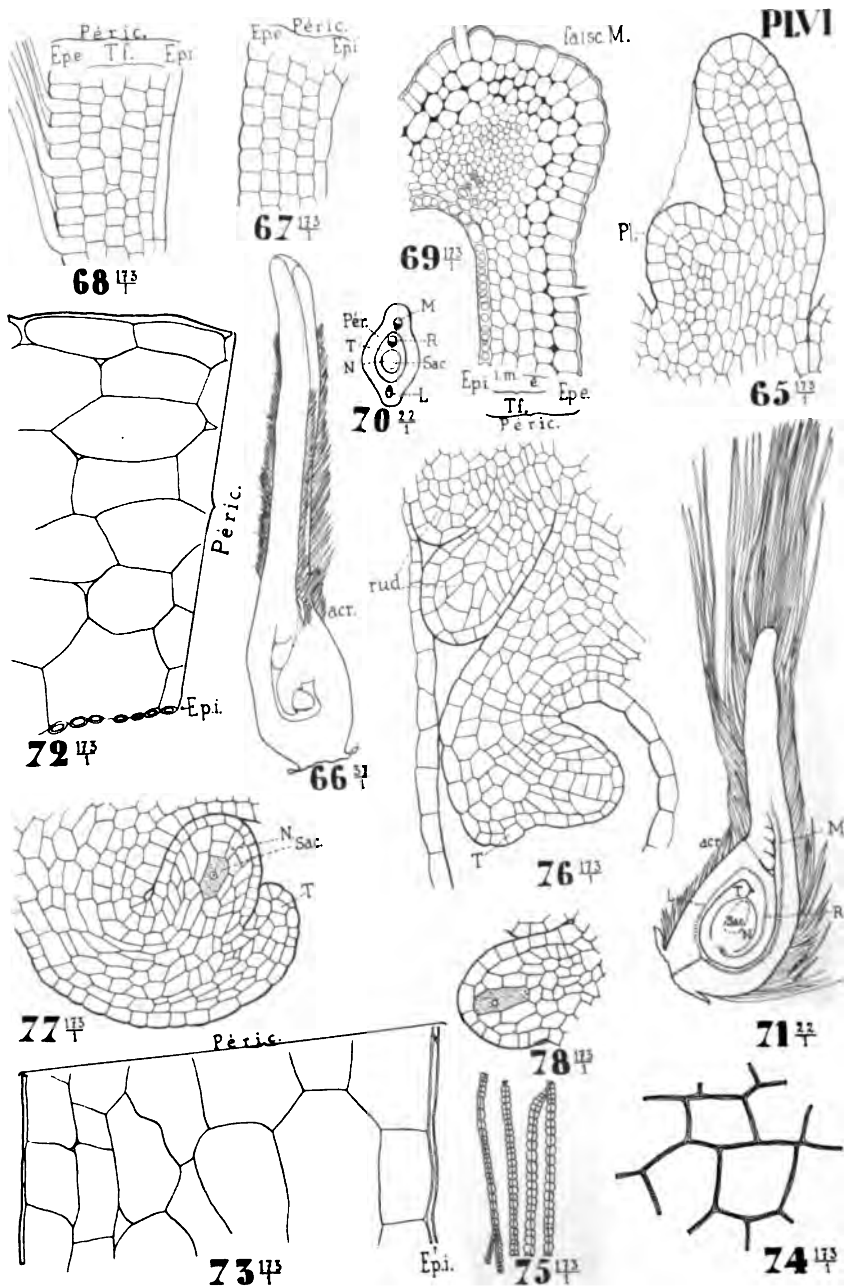
Fig. 62. — *Ep. e. P.* vu de face (p. 28).

Fig. 63. — *Tf. P.* vu de face (p. 29).

Fig. 64. — *Ep. i. S.* vu de face (p. 29).



THALICTRUM FLAVUM. Spermoderme.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

CLEMATIS VITALBA. Péricarpe et Spermoderme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

CLEMATIS VITALBA L.

Péricarpe.

Fig. 65. — Carpelle très jeune, longtemps avant sa complète fermeture, en coupe optique (p. 30).

Fig. 66. — Carpelle d'un bouton de 3 millimètres, vu extérieurement (p. 31).

Fig. 67. — Coupe longitudinale d'un ovaire lors de la fermeture des carpelles (p. 32).

Fig. 68. — Coupe longitudinale dans un ovaire d'un bouton de 7 millimètres (p. 32).

Fig. 69 et 70. — Coupe transversale dans un carpelle d'une fleur épanouie (p. 32).

Fig. 71. — Ensemble de la coupe longitudinale dans un carpelle de fleur récemment flétrie (p. 31 et 32).

Fig. 72. — Coupe transversale dans le péricarpe d'une graine, dix jours avant sa maturité (p. 33).

Fig. 73. — Coupe longitudinale du même (p. 33).

Fig. 74. — *Ep. e.* du péricarpe mûr vu de face (p. 33).

Fig. 75. — *Ep. i.* du péricarpe mûr vu de face (p. 33).

Spermoderme.

Fig. 76. — Coupe longitudinale dans les ovules d'un bouton floral de 3 millimètres (p. 34).

Fig. 77. — Coupe longitudinale dans l'ovule principal d'un bouton de 4 millimètres (p. 34).

Fig. 78. — Coupe longitudinale dans un des ovules rudimentaires accompagnant l'ovule précédent (p. 35).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

CLEMATIS VITALBA L.

Spermoderme (suite).

Fig. 79. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton sur le point de s'épanouir (p. 35).

Fig. 80. — Coupe transversale du même (p. 35).

Fig. 81 et 82. — Coupe transversale dans l'ovule d'un ovaire fécondé de 1 millimètre (p. 35).

Fig. 83. — Coupe transversale dans un ovule d'un ovaire de 2 millimètres (p. 36).

Fig. 84. — Coupe longitudinale dans le spermoderme d'une graine à peu près mûre (p. 36).

Fig. 85. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'une graine traitée par l'eau de javelle et la potasse (p. 36).

Fig. 86. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine bien mûre, traitée par la potasse (p. 36).

Fig. 87. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine mûre mais non desséchée encore : région du raphé (p. 36).

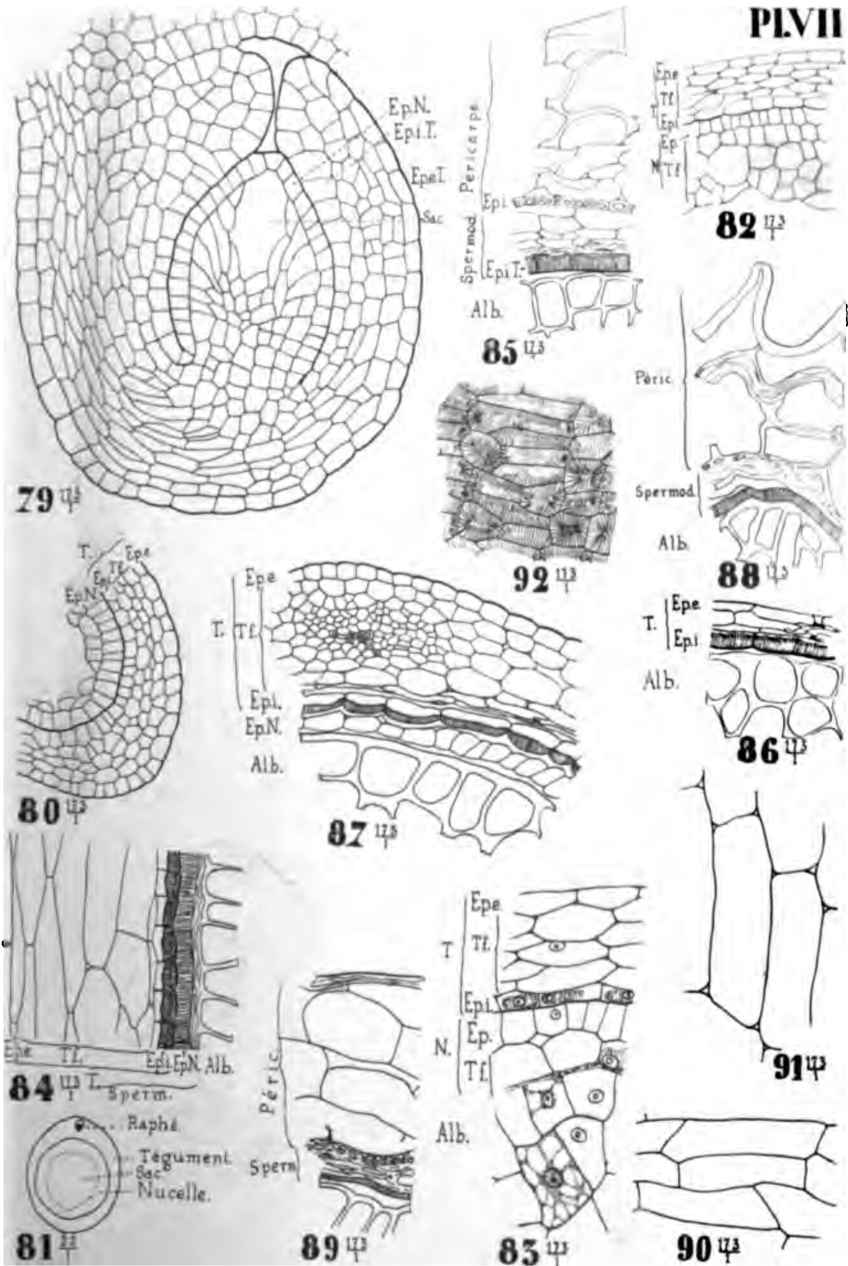
Fig. 88. — Coupe transversale faite à sec dans le péricarpe et le spermoderme d'une graine mûre et déposée dans la glycérine anhydre (p. 36).

Fig. 89. — Coupe semblable déposée dans l'eau (p. 36).

Fig. 90. — *Ep. e. T.* vu de face (p. 36).

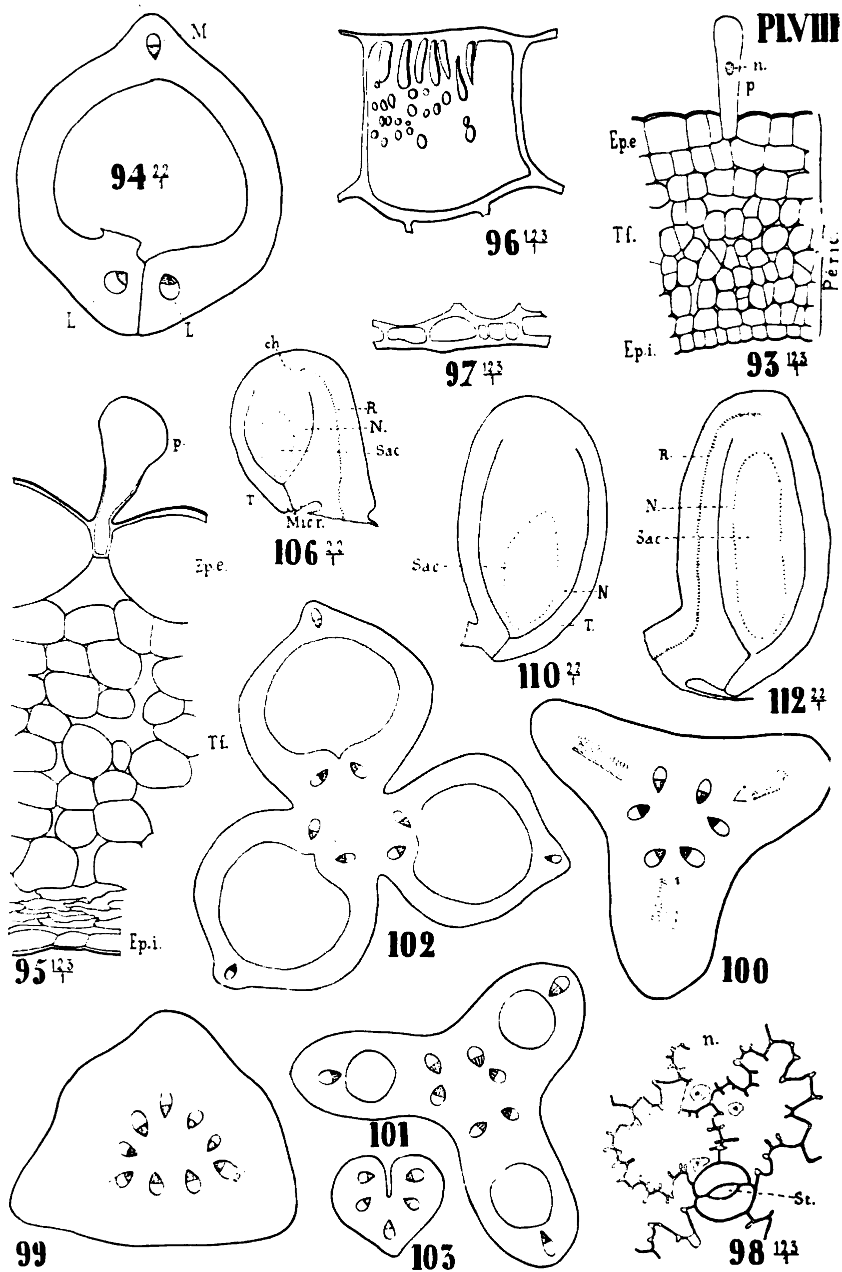
Fig. 91. — *Tf. T.* vu de face (p. 36).

Fig. 92. — *Ep. i. T.* vu de face (p. 37).



Hyac. Lonay ad. nat. del.

CLEMATIS VITALBA. Péricarpe et Spermoderme (suite).



Hyac. Lonay ad. nat. del.

HELLEBORUS FŒTIDUS. Péricarpe et Spermoderme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

HELLEBORUS FOETIDUS L.

Péricarpe.

Fig. 93 et 94. — Coupe transversale dans un carpelle d'un bouton floral de 8 millimètres (p. 39).

Fig. 95. — Coupe transversale dans un carpelle de 22 millimètres (p. 40).

Fig. 96. — Coupe transversale dans un carpelle un peu avant la maturité : une cellule de l'*Ep. e.* (p. 41).

Fig. 97. — Même coupe : *Ep. i.* (p. 40).

Fig. 98. — *Ep. i.* du péricarpe presque mûr, vu de face (p. 40).

Fig. 99, 100, 101, 102, 94 et 103. — Coupes à divers niveaux des carpelles, depuis l'insertion jusque dans le bec stylaire, montrant la course des faisceaux (p. 41).

Spermoderme.

Fig. 106. — Ensemble de la coupe longitudinale d'un ovule d'une fleur épanouie (p. 42).

Fig. 110. — Ensemble de la coupe longitudinale d'un ovule d'un carpelle de 12 millimètres (p. 43).

Fig. 112. — Ensemble de la coupe longitudinale d'un ovule d'un carpelle de 16 millimètres (p. 43).

Fig. 104, 105, 107, 108, 109, 111. — Voir planche IX.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

HELLEBORUS FOETIDUS L.

Spermoderme (suite).

Fig. 104 et 105. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton de fleur de 8 millimètres (p. 42).

Fig. 106. — Voir planche VIII.

Fig. 107 et 108. — Coupe longitudinale dans un ovule d'une fleur épanouie : tégument (p. 43).

Fig. 109. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un carpelle de 12 millimètres (p. 43).

Fig. 110. — Voir planche VIII.

Fig. 111. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un carpelle de 16 millimètres (p. 43).

Fig. 112. — Voir planche VIII.

Fig. 113 et 114. — Coupe transversale du même (p. 43).

Fig. 115 et 116. — Coupe transversale d'un ovule d'un carpelle de 25 millimètres (p. 43).

Fig. 117 et 118. — Coupe transversale d'un ovule peu avant la maturité (p. 43).

Fig. 119. — Coupe transversale d'une graine qui vient de mûrir (p. 43).

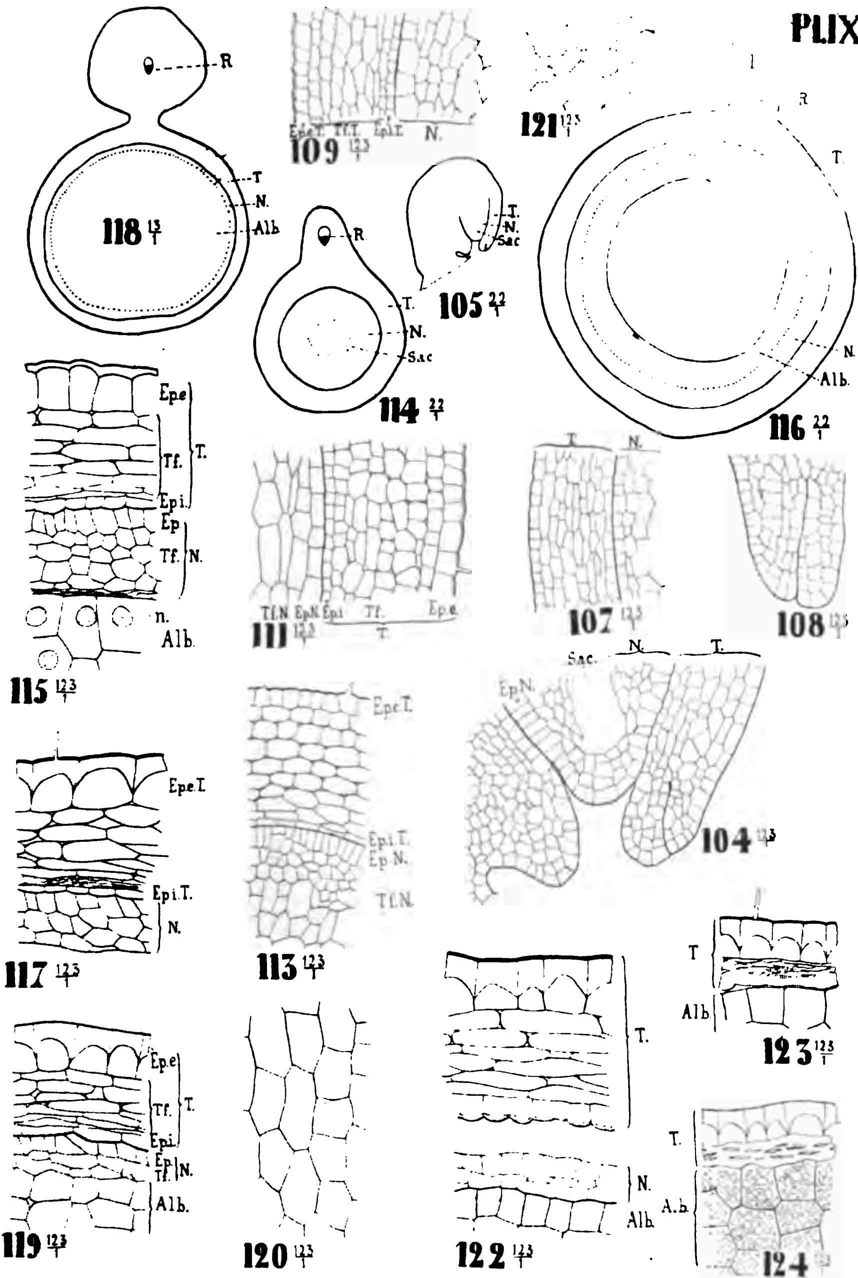
Fig. 120. — *Ep. e. T.* vu de face (p. 44).

Fig. 121. — *Ep. i. T.* vu de face par l'intérieur (p. 44).

Fig. 122. — Coupe transversale d'une graine sèche ayant séjourné dans la potasse pendant dix jours (p. 44).

Fig. 123. — Coupe transversale d'une graine mise dans l'eau seulement (p. 44).

Fig. 124. — Coupe transversale d'une graine vue dans la glycérine épaisse (p. 44).



Hyac. Lonay ad. nat. del.

HELLEBORUS FŒTIDUS. Spermoderme.

Pl. X

Hyac. Lonay ad. nat. del.

DELPHINIUM AJACIS. Péricarpe et Spermoderme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

DELPHINIUM AJACIS L.

Péricarpe.

Fig. 125. — Coupe transversale d'un carpelle d'un bouton de 7 millimètres (p. 47).

Fig. 126. — Coupe transversale d'un carpelle d'un bouton de 9 millimètres : *Ep. e.* avec un poil (p. 47).

Fig. 127 et 128. — Coupe transversale dans un carpelle d'un bouton sur le point de s'épanouir (pp. 47 et 48).

Fig. 129. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie (p. 48).

Fig. 130 et 138. — Coupe transversale dans un carpelle de 25 millimètres (p. 49).

Fig. 131. — *Ep. e.* vu de face (p. 49).

Fig. 132. — Coupe transversale d'un carpelle de 15 millimètres : *Ep. e.* avec un stomate (p. 49).

Fig. 133. — Poil effilé à verrues d'un carpelle de 25 millimètres (p. 49).

Fig. 134. — Poil ventru du même carpelle (p. 49).

Fig. 135. — Faisceau M du même carpelle (p. 49).

Fig. 136. — Coupe transversale du péricarpe mûr, dans la glycérine (p. 49).

Fig. 137. — *Ep. i.* vu de face (p. 50).

Fig. 138. — Ensemble de la coupe de la figure 130 (p. 51).

Spermoderme.

Fig. 139. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un ovaire provenant d'un bouton de 5 millimètres (p. 51).

Fig. 140. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton de 9 millimètres (p. 51).

Fig. 142. — Coupe longitudinale d'un ovule d'ovaire de 15 millimètres (p. 53).

Fig. 145. — Coupe longitudinale d'un ovule d'ovaire de 20 millimètres (p. 53).

Fig. 146. — Coupe transversale du même (p. 53).

Fig. 141, 143, 144. — Voir planche XI.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

DELPHINIUM AJACIS L.

Spermoderme (suite).

Fig. 141. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton sur le point de s'épanouir (p. 52).

Fig. 142. — Voir planche X.

Fig. 143. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un ovaire de 18 millimètres (p. 53).

Fig. 144. — Coupe transversale du même (p. 53).

Fig. 145 et 146. — Voir planche X.

Fig. 147, 148 et 149. — Coupe transversale d'une graine encore blanche (p. 54).

Fig. 150. — Coupe transversale d'une graine noire fraîche (p. 54).

Fig. 151. — Coupe longitudinale d'une graine blanche (p. 54).

Fig. 152. — Une graine mûre (p. 54).

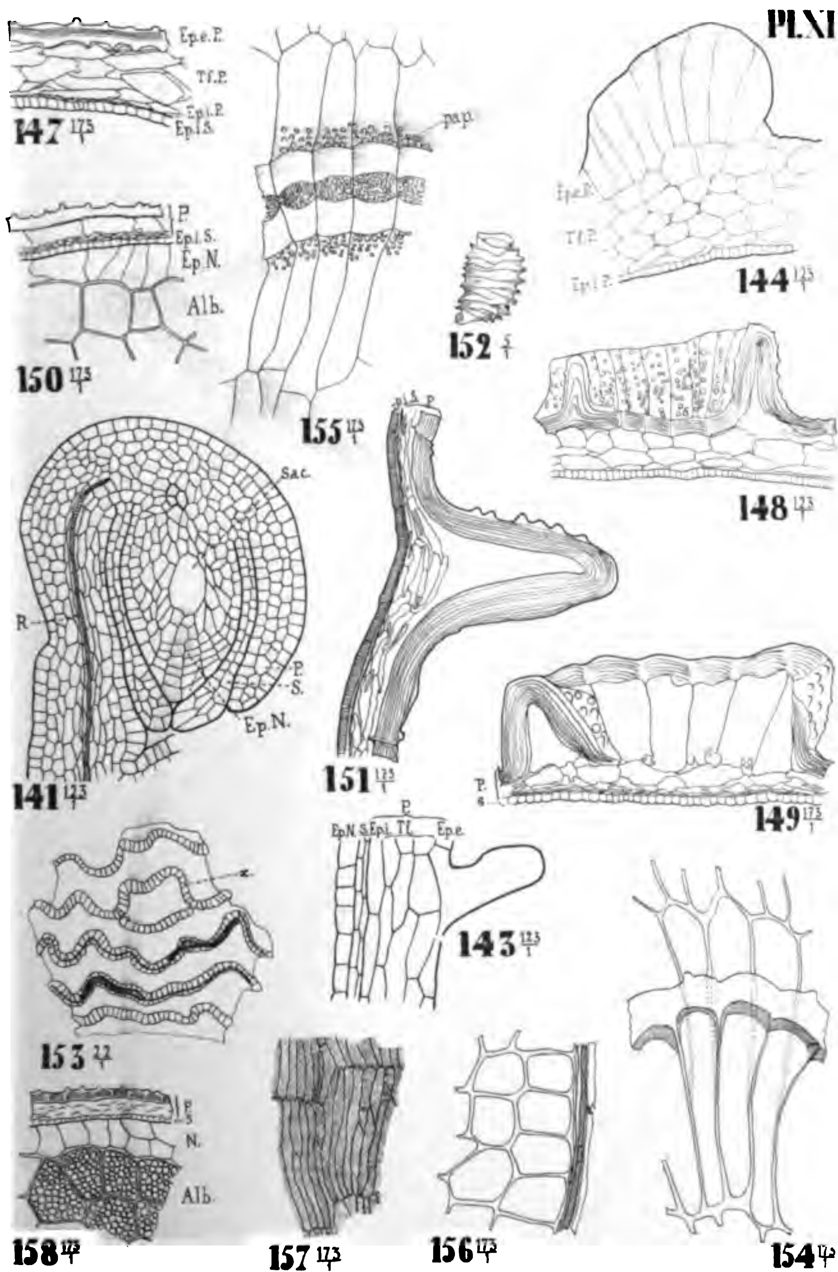
Fig. 153. — Lambeau de l'*Ep. e. P.* vu de face par l'extérieur (p. 54).

Fig. 154 et 155. — Détails de la préparation précédente (p. 54).

Fig. 156. — Coupe longitudinale, à sec, dans une graine mûre (p. 55).

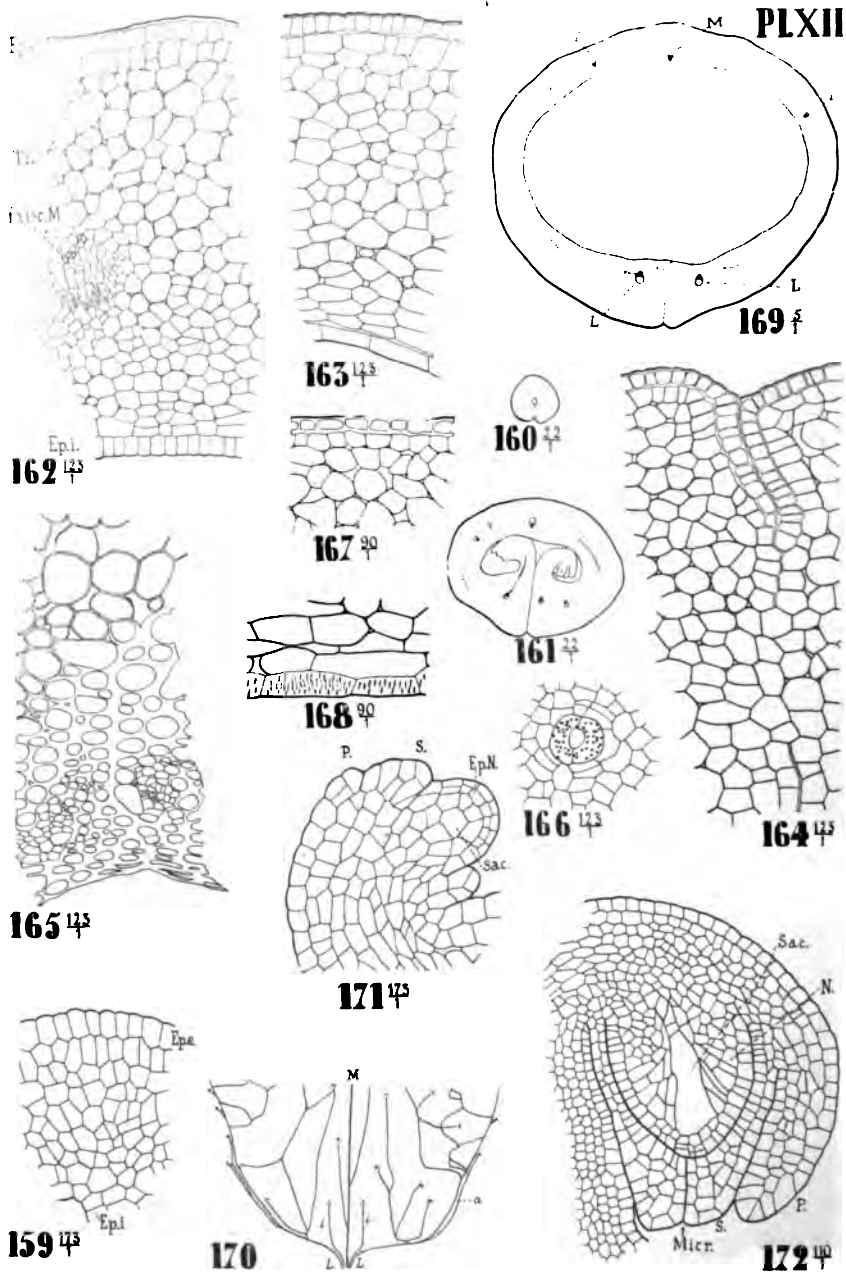
Fig. 157. — *Ep. i. S.* vu de face par l'intérieur (p. 55).

Fig. 158. — Coupe transversale d'une graine mûre traitée par l'eau (p. 55).



Hyac. Lonay ad. nat. del.

DELPHINIUM AJACIS. Spermoderme.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

ACTAEA SPICATA. Péricarpe et Spermoderme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

ACTÆA SPICATA L.

Péricarpe.

Fig. 159 et 160. — Coupe transversale dans le carpelle d'un bouton floral de moins de 1 millimètre (p. 112).

Fig. 161. — Coupe transversale dans le carpelle d'un bouton de 1mm,5 (p. 112).

Fig. 162. — Coupe transversale dans le carpelle d'une fleur épanouie : région dorsale (p. 112).

Fig. 163 et 164. — Coupe transversale dans un ovaire de 2 millimètres : région latérale et région ventrale (p. 112).

Fig. 165. — Coupe transversale dans un ovaire de 6 millimètres : région ventrale (p. 113).

Fig. 166. — *Ep. e.* vu de face : un stomate (p. 112).

Fig. 167, 168 et 169. — Coupe transversale dans le péricarpe d'un fruit mûr non tombé encore (pp. 112, 113 et 114).

Fig. 170. — Parcours des faisceaux dans la partie inférieure du péricarpe (p. 114).

Spermoderme.

Fig. 171. — Coupe longitudinale d'un ovule pris dans un bouton de moins de 2 millimètres (p. 114).

Fig. 172. — Coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie (p. 114).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

ACTÆA SPICATA L.

Spermoderme (suite).

Fig. 173. — Coupe transversale d'un ovule d'un carpelle de 4 millimètres (p. 115).

Fig. 174 et 175. — Coupe longitudinale d'un ovule d'un carpelle de 6 millimètres : région micropylienne et région moyenne (p. 115).

Fig. 176. — Coupe transversale du même : région du raphé (p. 114).

Fig. 177. — Coupe transversale d'une graine un peu avant sa maturité complète (p. 115).

Fig. 178. — Coupe transversale, faite à sec puis mise dans l'eau, du spermoderme d'une graine sèche (p. 115).

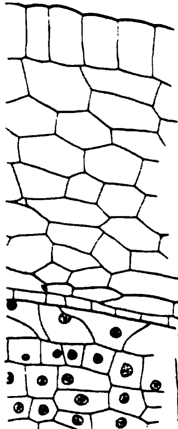
Fig. 179. — Idem mise dans la glycérine épaisse (p. 115).

Fig. 180. — Comme à la figure 178, traitée ensuite par la potasse (p. 115).

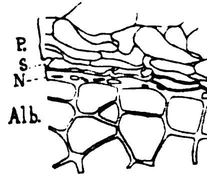
Fig. 181. — Coupe tangentielle dans l'*Ep. e. P.* (p. 114).

Fig. 182. — Cellule de l'*Ep. i. S.* d'une graine mûre, vue de face (p. 115).

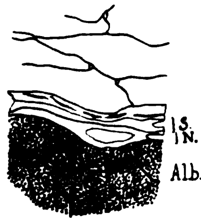
Pl.XIII



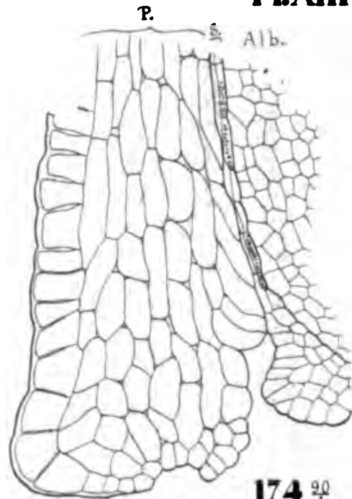
173 $\frac{123}{1}$



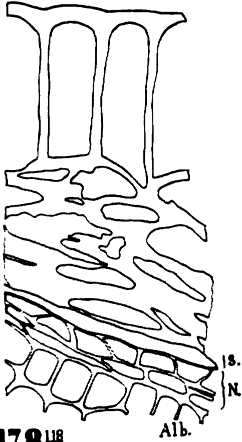
180 $\frac{173}{1}$



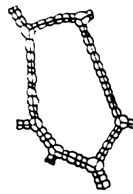
179 $\frac{173}{1}$

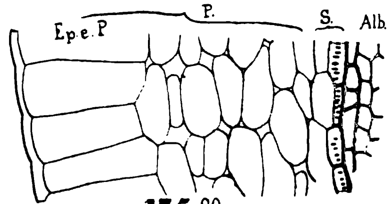


174 $\frac{90}{1}$

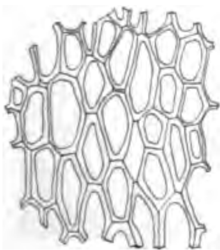


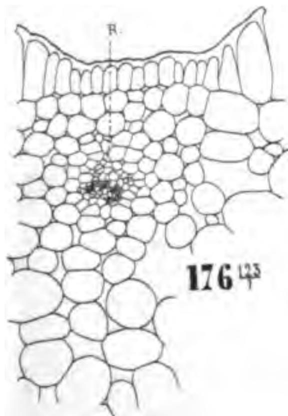
178 $\frac{118}{1}$


182 $\frac{173}{1}$

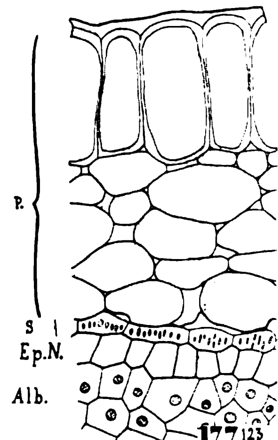


175 $\frac{90}{1}$


181 $\frac{73}{1}$



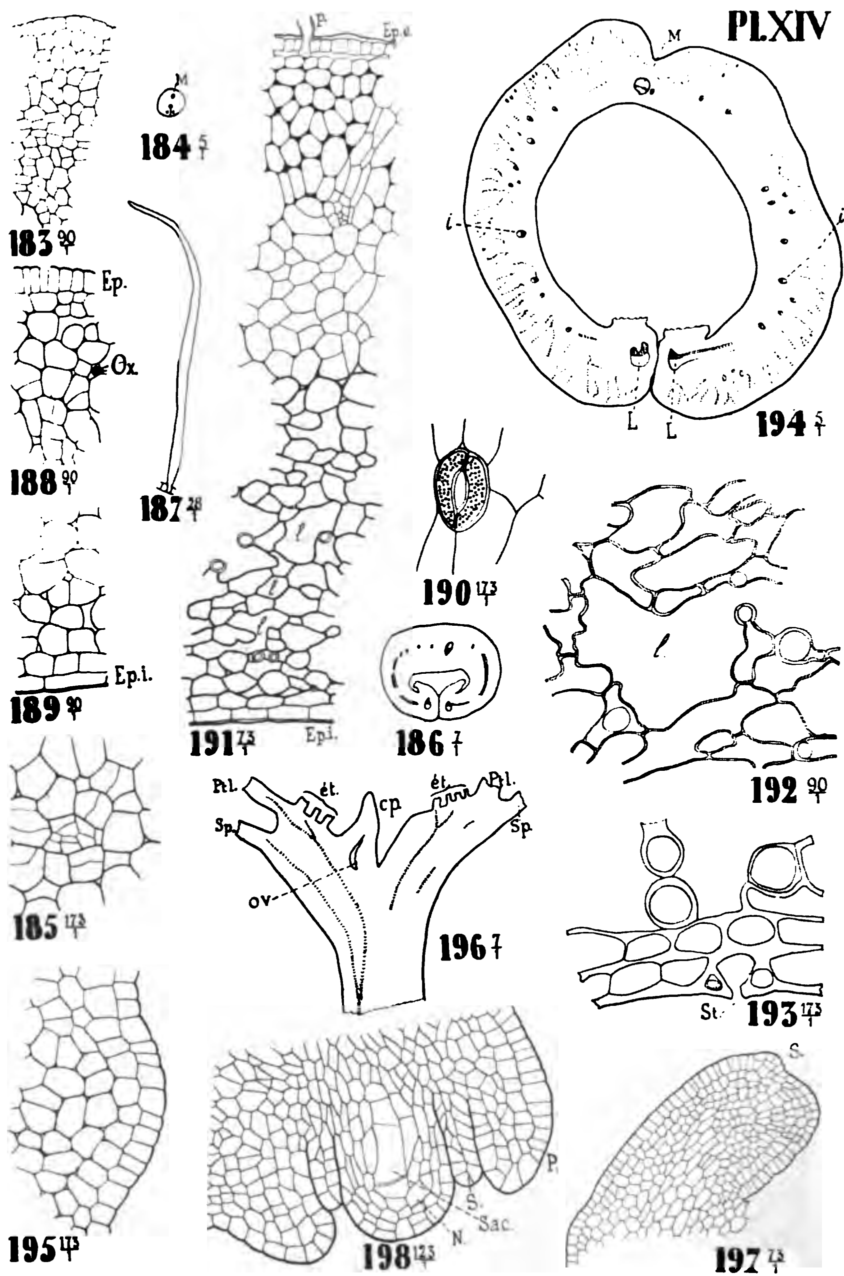
176 $\frac{123}{1}$



177 $\frac{123}{1}$

Hyac. Lonay ad. nat. del.

ACTAEA SPICATA. Spermoderme.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

PAEONIA OFFICINALIS. Péricarpe et Spermoderme.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

PÆONIA OFFICINALIS Retz.

Péricarpe.

FIG. 183 et 184. — Coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 6 millimètres, vers le milieu de la partie libre (p. 58).

FIG. 185 et 186. — Coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 13 millimètres: détails du *Tf. m.* et ensemble (p. 59).

FIG. 187. — Poil d'un carpelle de la fleur épanouie (p. 59).

FIG. 188 et 189. — Coupe transversale dans un carpelle d'un bouton de 26 millimètres: partie externe et partie interne (pp. 59 et 60).

FIG. 190. — Lambeau d'*Ep. i.* avec stomate vu de face, provenant d'un carpelle de 3 centimètres (p. 60).

FIG. 191. — Coupe transversale dans un carpelle de 15 millimètres (p. 60).

FIG. 192 et 193. — Coupe transversale dans un carpelle de 3 centimètres: *Tf. i.* et *Ep. i.* (p. 60).

FIG. 194. — Coupe transversale d'un carpelle au moment de sa déhiscence (p. 61).

Spermoderme.

FIG. 195 et 196. — Coupe longitudinale dans un bouton floral de 7 millimètres : apparition des mamelons ovulaires (p. 62).

FIG. 197. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un carpelle de bouton floral de 13 millimètres (p. 62).

FIG. 198. — Coupe longitudinale de l'ovule d'un bouton de 15 millimètres (p. 62).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV.

PÆONIA OFFICINALIS Retz.

Spermoderme (suite).

Fig. 199. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton floral de 20 millimètres (p. 62).

Fig. 200. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un bouton floral de 25 millimètres (p. 62).

Fig. 201. — Coupe longitudinale dans un ovule de la fleur épanouie (p. 63).

Fig. 202. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un ovaire de 2 centimètres (p. 63).

Fig. 203. — Coupe longitudinale dans un ovule d'un ovaire de 3 centimètres (p. 64).

Fig. 204. — Coupe transversale dans un ovule d'un ovaire au début de la déhiscence (p. 64).

Fig. 205. — Coupe transversale dans un ovule d'un ovaire de 3 centimètres (p. 64).

Fig. 206. — Coupe transversale du spermoderme sec mise dans la glycérine épaisse (p. 66).

Fig. 207. — Coupe pareille mise dans la potasse (p. 66).

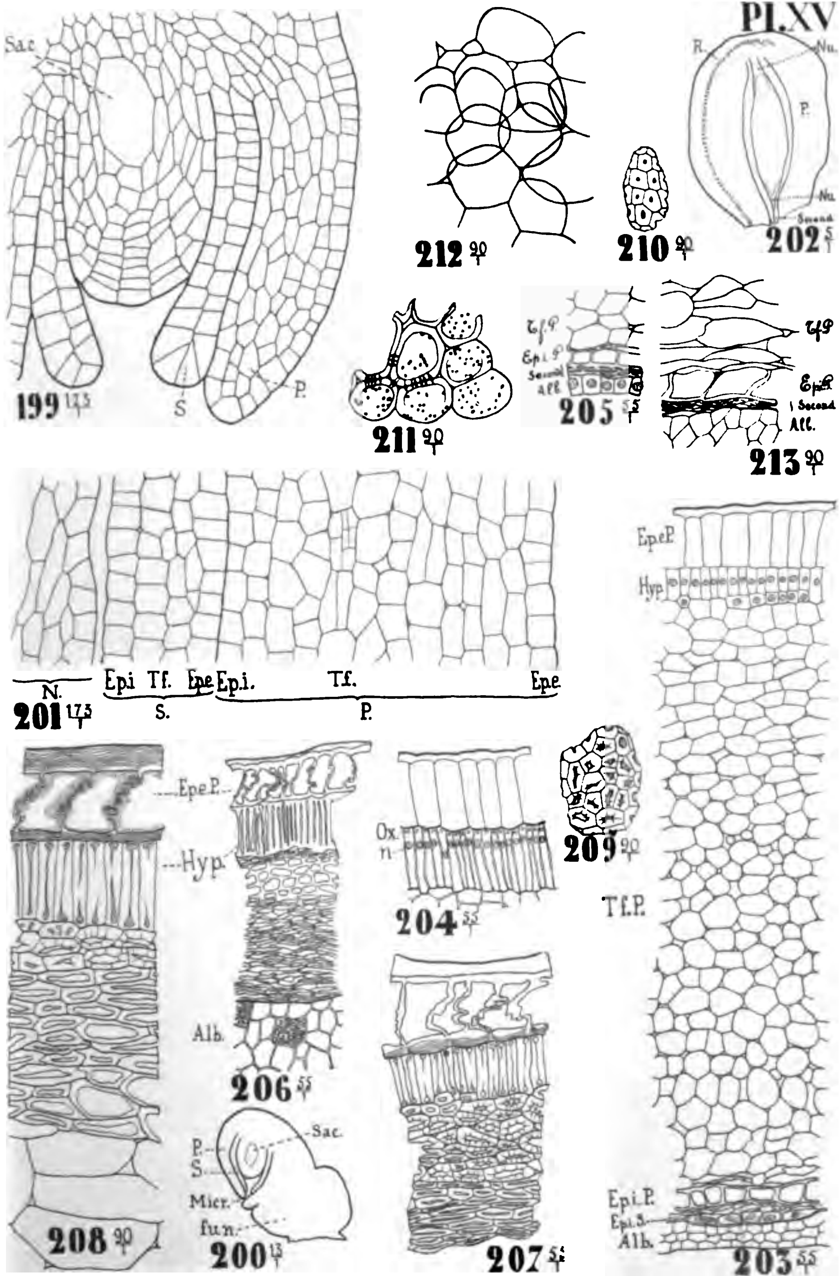
Fig. 208. — Coupe pareille ayant séjourné une nuit dans l'eau et examinée dans l'eau (p. 66).

Fig. 209 et 210. — Coupes tangentielles dans l'assise hypodermique du spermoderme mûr (p. 66).

Fig. 211. — Lambeau de *Tf. e. P.* vu de face, montrant des cellules arrondies et ponctuées (p. 66).

Fig. 212. — Lambeau de *Tf. i. P.* vu de face (p. 66).

Fig. 213. — Coupe transversale du spermoderme sec traité par l'eau puis par la potasse (p. 66).



Hyac. Lonay ad. nat. del.

PAEONIA OFFICINALIS. Spermoderme.

PL.XVI

Hyac. Lonay ad. nat. del.

Genre RANUNCULUS.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI.

Ranunculus acris L. (p. 70) :

Fig. 214. — Coupe longitudinale optique d'un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 215 et 216. — Coupe transversale du péricarpe mûr.
Fig. 217. — Cristaux vus de face.
Fig. 218 et 219. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Ranunculus lanuginosus L. (p. 70) :

Fig. 220 et 221. — Coupe transversale du péricarpe dans la fleur épanouie.
Fig. 222. — Coupe transversale du péricarpe mûr.
Fig. 223. — Coupe transversale du spermoderme mûr faite à sec et mise dans l'eau.
Fig. 224. — La même après l'action de la potasse.

Ranunculus auricomus L. (p. 70) :

Fig. 225. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 226. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.
Fig. 227. — Coupe transversale dans l'ovule d'une fleur épanouie.
Fig. 228. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Ranunculus nemorosus D. C. (p. 70) :

Fig. 229. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.

Ranunculus Asiaticus L. (p. 70) :

Fig. 230. — Coupe transversale dans un fruit mûr.

Ranunculus sceleratus L. (p. 70) :

Fig. 231. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie.

Ranunculus Flammula L. (p. 70) :

Fig. 232. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.
Fig. 233. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine fraîche.

Ranunculus platanifolius L. (p. 70) :

Fig. 234. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Ranunculus divaricatus Schrk. (p. 70) :

Fig. 235. — Coupe longitudinale d'un carpelle de fleur épanouie.
Fig. 236 et 237. — Coupe transversale du péricarpe mûr.
Fig. 238 et 239. — Coupe transversale d'une graine mûre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII.

Ceratocephalus falcatus Pers. (p. 75) :

Fig. 240. — Coupe longitudinale optique d'un carpelle de fleur épanouie.
Fig. 241. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie.
Fig. 242 et 243. — Coupe transversale du péricarpe mûr.
Fig. 244. — Coupe transversale dans un ovule d'une fleur épanouie.
Fig. 245 et 246. — Coupe transversale d'une graine mûre.

Oxygraphis Cymbalariæ Prantl. (p. 79) :

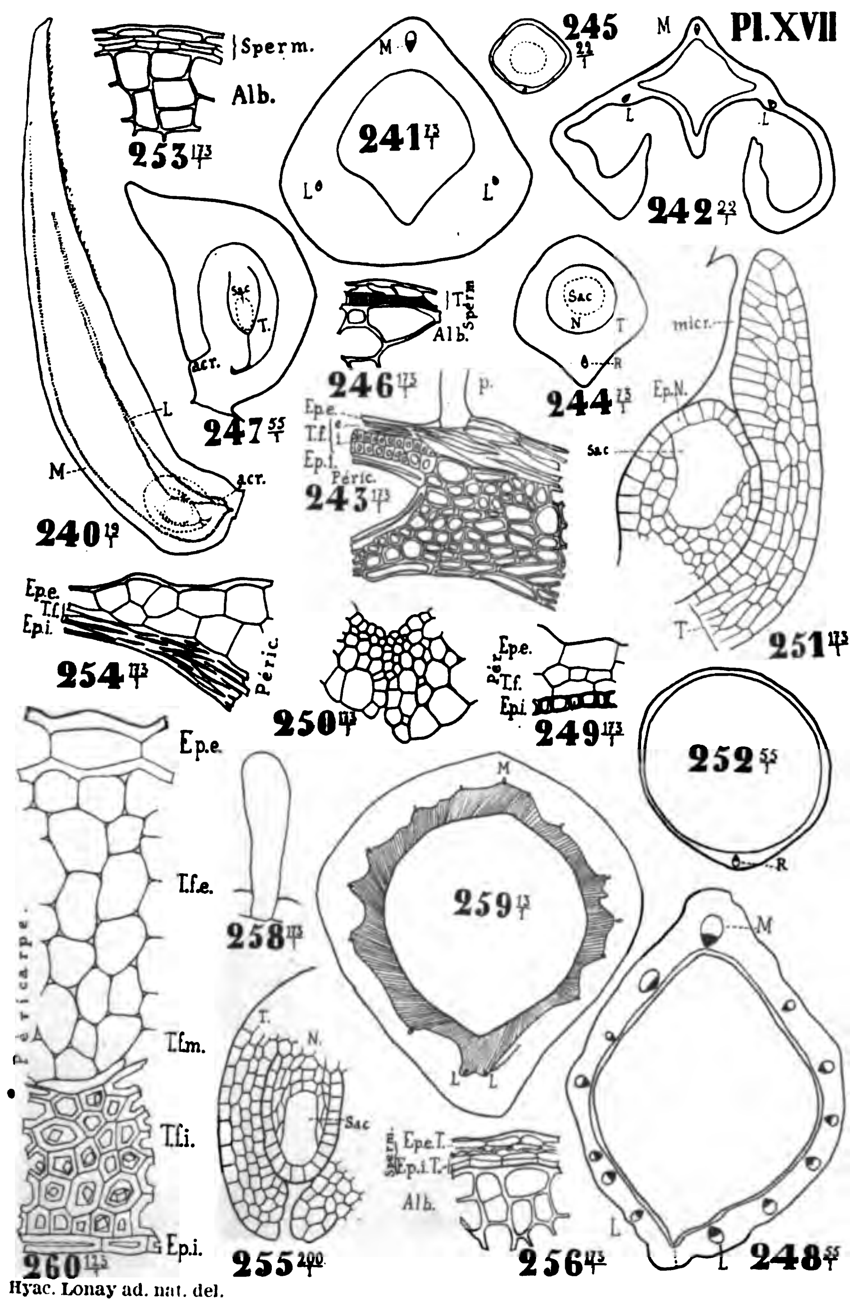
Fig. 247. — Coupe longitudinale d'un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 248, 249 et 250. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.
Fig. 251. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie.
Fig. 252 et 253. — Coupe transversale d'une graine mûre.

Myosurus minimus L. (p. 81) :

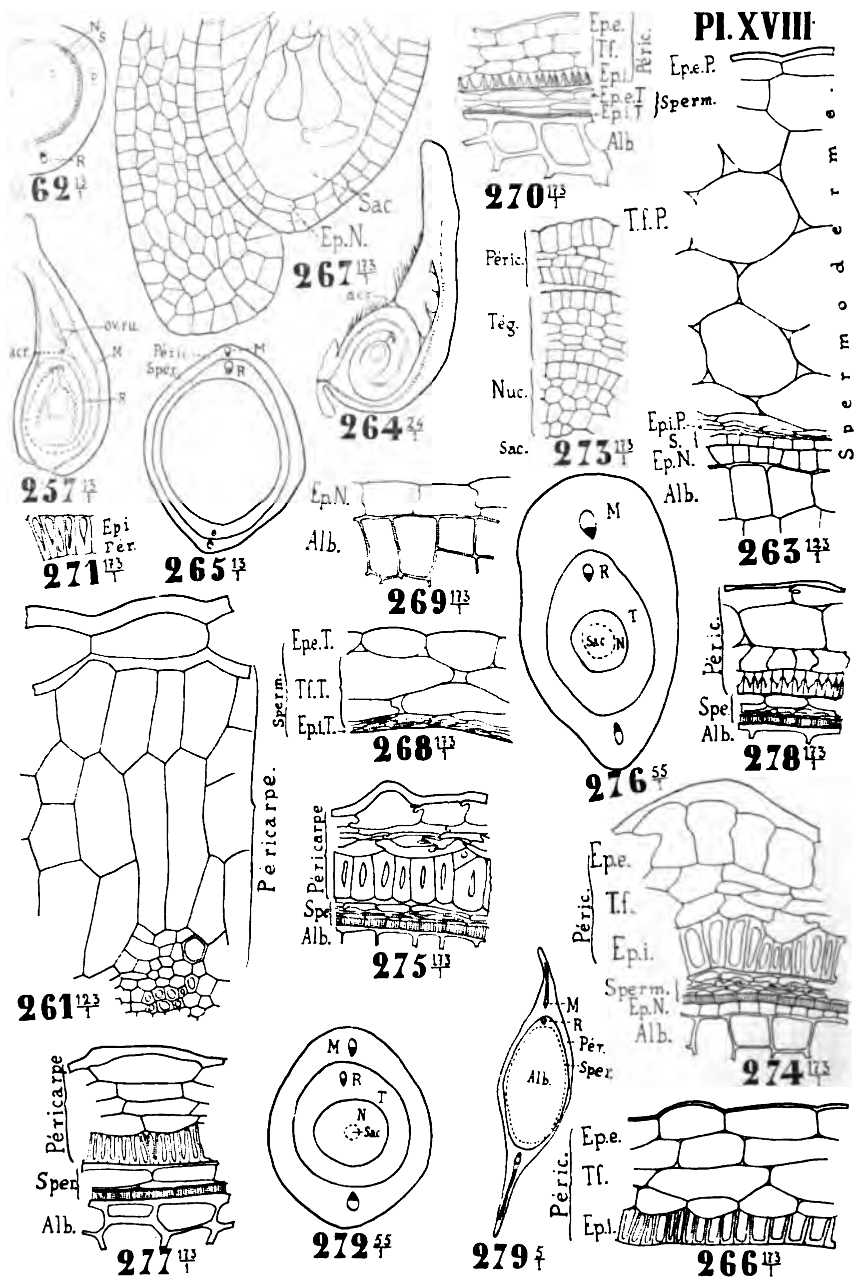
Fig. 254. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.
Fig. 255. — Coupe longitudinale de l'ovule d'une fleur épanouie.
Fig. 256. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Adonis autumnalis L. (p. 84) :

Fig. 257. — Coupe longitudinale optique dans un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 258. — Un poil de l'ovaire précédent.
Fig. 259 et 260. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.



Genres CERATOCEPHALUS. 240-246. OXYGRAPHIS. 247-253. MYOSURUS. 254-256. ADONIS. 258-260.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

Genre ADONIS (suite). 257 et 261-263.
Genre ANEMONE. 264-279.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII.

Adonis autumnalis L. (suite) :

Fig. 261. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr, au voisinage d'un faisceau.

Fig. 262 et 263. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine fraîche.

Anemone nemorosa L. (p. 86) :

Fig. 264. — Coupe longitudinale dans le carpelle d'un bouton prêt à s'épanouir.

Fig. 265. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'un fruit mûr.

Fig. 266. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.

Fig. 267. — Coupe longitudinale dans l'ovule d'un bouton prêt à s'épanouir.

Fig. 268. — Coupe transversale dans le tégument à la maturité.

Fig. 269. — Coupe transversale dans l'*Ep. N.* et l'albumen mûrs.

Anemone sylvestris L. (p. 86) :

Fig. 270. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme d'un fruit mûr.

Anemone Baldensis L. (p. 86) :

Fig. 271. — Coupe transversale dans l'*Ep. i.* du péricarpe mûr.

Anemone Pulsatilla L. (p. 86) :

Fig. 272 et 273. — Coupe transversale d'un carpelle de fleur épanouie.

Fig. 274. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme mûrs.

Anemone patens L. (p. 86) :

Fig. 275. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme mûrs.

Anemone multifida D. C. (p. 86) :

Fig. 276. — Coupe transversale dans un carpelle d'une fleur épanouie (ovaire et ovule).

Fig. 277. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme mûrs.

Anemone Virginiana L. (p. 86) :

Fig. 278. — Coupe transversale dans le péricarpe et le spermoderme mûrs.

Anemone narcissiflora L. (p. 86) :

Fig. 279 et 280. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme mûrs.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX.

Knowltonia vesicatoria Sims. (p. 90) :

Fig. 281. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme du fruit mûr.

Fig. 282. — Coupe transversale du péricarpe mûr.

Fig. 283. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Clematis integrifolia L. (p. 92) :

Fig. 284. — Coupe transversale du péricarpe mûr.

Fig. 285. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Fig. 286. — *Ep. i. T.* vu de face.

Clematis Viticella L. (p. 92) :

Fig. 287. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme mûrs.

Fig 288. — Cellule de l'*Ep. i. T.* vue de face.

Atragene Alpina L. (p. 92) :

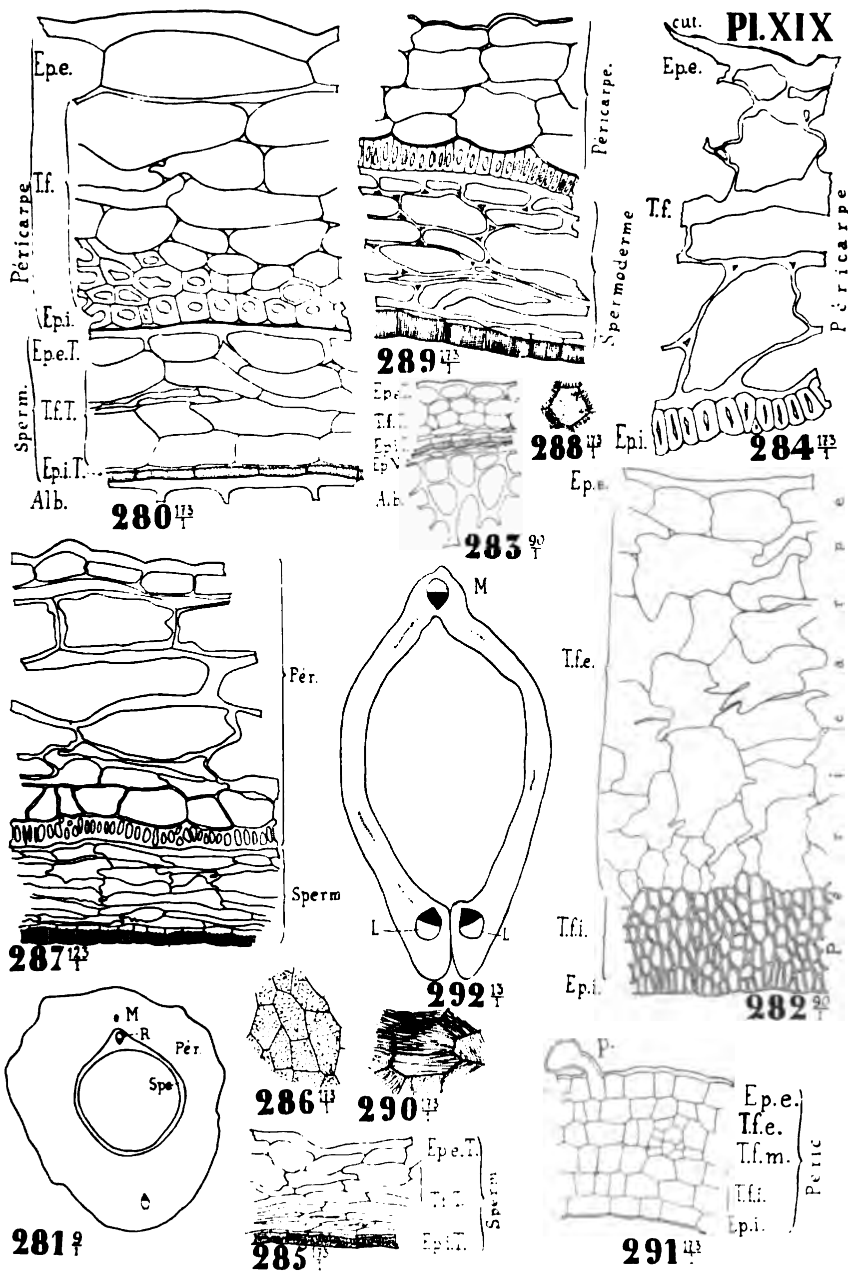
Fig. 289. — Coupe transversale du péricarpe et du spermoderme mûrs.

Fig. 290. — *Ep. i. T.* vu de face.

Caltha palustris L. (p. 95) :

Fig. 291. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie.

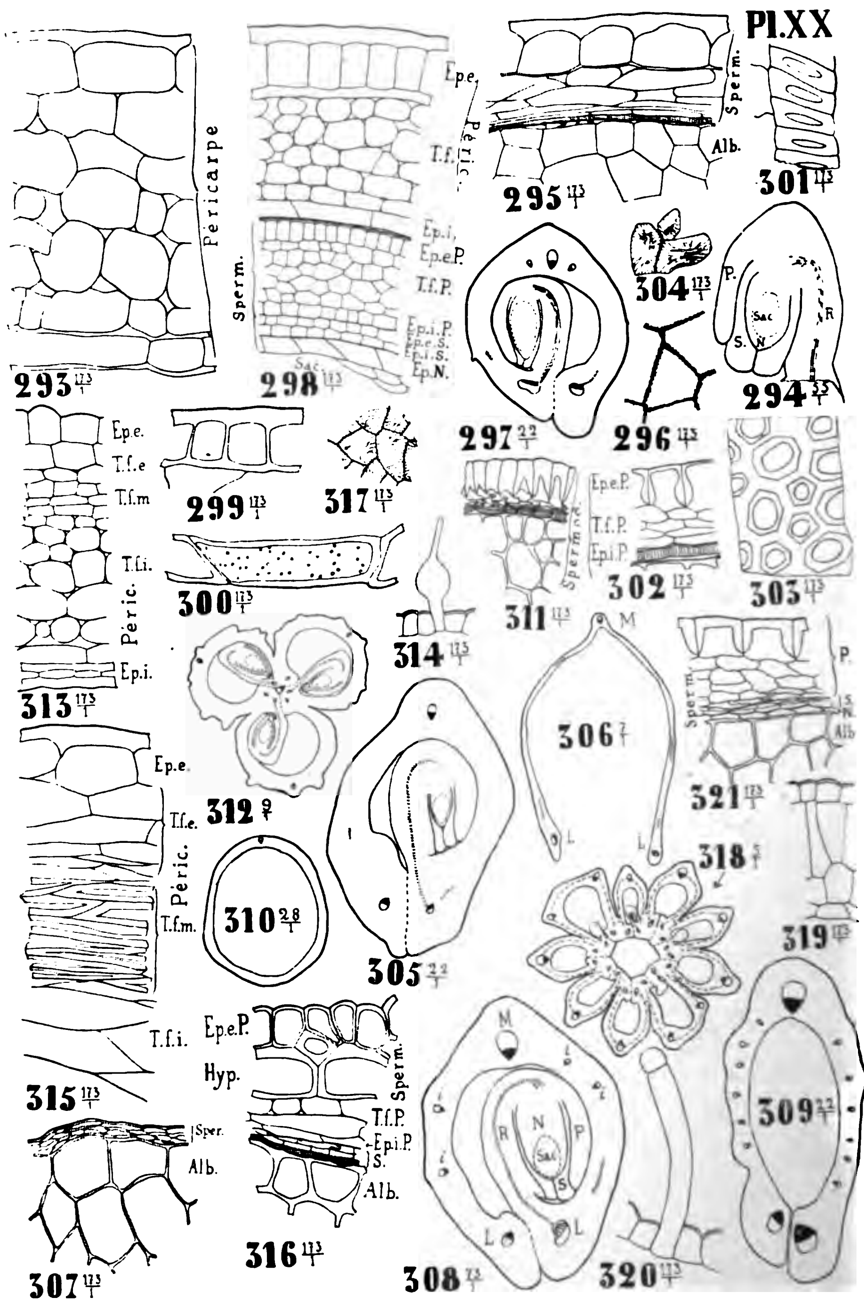
Fig. 292. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

Genre ANEMONE (suite). 280.

Genres KNOWLTONIA. 281-283. CLEMATIS. 284-288. ATRAGENE. 289-290. CALTHA. 291-292.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

Genre CALTHA (suite). 293-296.

Genres TROLLIUS. 297-304. ERANTHIS. 305-307. ISOPYRUM. 308-311. GARIDELLA. 312-317. NIGELLA. 318-321.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XX.

Caltha palustris L. (suite) :

Fig. 293. — Portion plus fortement grossie de la figure 292.

Fig. 294. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie.

Fig. 295. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr non desséché.

Fig. 296. — Cellules de l'*Ep. i. S.* vues de face.

Trollius Europæus L. (p. 97) :

Fig. 297 et 298. — Coupe transversale dans le carpelle d'une fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule.

Fig. 299. — Coupe transversale de l'*Ep. e.* du péricarpe mûr.

Fig. 300. — Coupe transversale de l'*Ep. i.* du péricarpe mûr.

Fig. 301. — Coupe longitudinale de l'*Ep. i.* du péricarpe mûr.

Fig. 302. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Fig. 303. — *Ep. e. P.* vu de face.

Fig. 304. — *Ep. i. P.* vu de face.

Eranthis hyemalis Salisb. (p. 98) :

Fig. 305. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule.

Fig. 306. — Coupe transversale du péricarpe mûr.

Fig. 307. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Isopyrum fumarioides L. (p. 101) :

Fig. 308. — Comme à la figure 305.

Fig. 309. — Coupe transversale du péricarpe mûr.

Fig. 310 et 311. — Coupe transversale dans la graine mûre (spermoderme).

Garidella Nigellastrum L. (p. 102) :

Fig. 312. — Coupe transversale dans l'ovaire d'une fleur épanouie, longitudinale dans les ovules.

Fig. 313. — Coupe transversale du péricarpe de la fleur épanouie.

Fig. 314. — Un poil de l'*Ep. e.*

Fig. 315. — Coupe transversale du péricarpe mûr.

Fig. 316. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Fig. 317. — *Ep. i. S.* vu de face.

Nigella Hispanica L. (p. 104) :

Fig. 318. — Coupe transversale dans le gynécée d'une fleur épanouie.

Fig. 319. — *Ep. e.* et *Tf. e.* du péricarpe de la coupe précédente.

Fig. 320. — Poil du péricarpe.

Fig. 321. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXI.

Nigella Orientalis L. (p. 104) :

Fig. 322. — Coupe transversale dans la portion dorsale, libre, d'un carpelle mûr.

Fig. 323. — Coupe transversale de l'*Ep. e. P.* du spermoderme mûr.

Nigella Damascena L. (p. 104) :

Fig. 324. — Coupe transversale dans le gynécée d'une fleur épanouie, longitudinale par rapport aux ovules.

Fig. 325. — Coupe transversale dans l'*Ep. e. P.* du spermoderme mûr.

Aquilegia vulgaris L. (p. 99) :

Fig. 326. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule.

Fig. 327, 328 et 329. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.

Fig. 330. — *Ep. e.* du péricarpe vu de face : stomate et insertion d'un poil.

Fig. 331. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Delphinium cardiopetalum D. C. (p. 107) :

Fig. 332. — Coupe longitudinale dans le spermoderme mûr.

Fig. 333. — Portion du spermoderme vu de face (crête couchée).

Delphinium elatum L. (p. 107) :

Fig. 334. — Comme à la figure 326.

Fig. 335. — Partie du tégument voisine du micropyle.

Fig. 336. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Delphinium nudicaule Torr. et Gr. (p. 107) :

Fig. 337. — Partie du tégument voisine du micropyle en coupe longitudinale.

Fig. 338. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Delphinium Staphisagria L. (p. 107) :

Fig. 339. — Comme à la figure 326.

Fig. 340. — Coupe longitudinale du tégument voisine du micropyle.

Fig. 341. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Aconitum Napellus L. (p. 107) :

Fig. 342. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie.

Fig. 343. — Cellules et stomates de l'*Ep. i.* vu de face.

Fig. 344. — Coupe longitudinale dans un ovule de la fleur épanouie.

Fig. 345. — Coupe transversale d'une graine mûre.

Fig. 346. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr.

Fig. 347. — *Ep. i. S.* vu de face.

Aconitum lycoctonum L. (p. 107) :

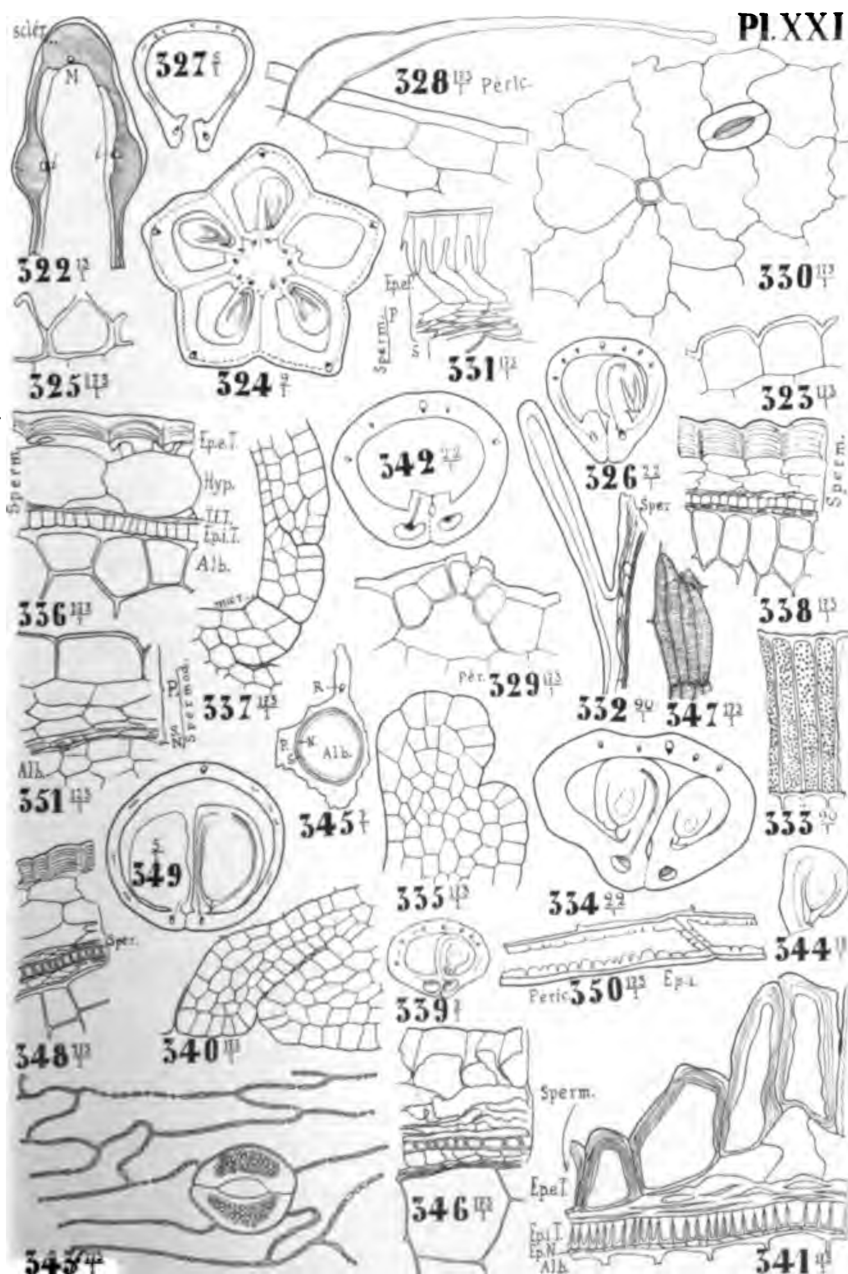
Fig. 348. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Cimicifuga racemosa Ell. (p. 115) :

Fig. 349. — Coupe transversale dans un carpelle presque mûr, longitudinale dans l'ovule.

Fig. 350. — Coupe transversale de l'*Ep. i.* du péricarpe mûr.

Fig. 351. — Coupe transversale du spermoderme mûr.



Hyac. Lonay ad. nat. del.

Genre NIGELLA (suite). 322-325.

Genres AQUILEGIA. 326-331. DELPHINIUM. 332-341. ACONITUM. 342-348. CIMICIFUGA. 349-351.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

SECONDE PARTIE.

RENONCULÉES.

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE DES FEUILLES

DANS LES

RENONCULACÉES

PAR

JULES GOFFART

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

LAURÉAT DU CONCOURS UNIVERSITAIRE

INTRODUCTION

« Je crois que, dans l'état actuel de la science, l'anatomie » comparée des végétaux exige la connaissance de la structure » dans toute l'étendue et à tous les âges de la plante. »

Cette réflexion par laquelle M. le professeur A. Gravis terminait un travail laborieux et approfondi sur les organes végétatifs de l'*Urtica dioica* ([1]) lui a été suggérée par les nombreuses variations que présentent ces organes dans le temps et dans l'espace. Elle constitue donc un appel adressé aux anatomistes pour les engager à abandonner l'ancienne pratique des coupes isolées, qui est encore trop en honneur de nos jours.

Dans la feuille surtout, on s'est généralement borné à l'étude de quelques niveaux plus ou moins bien déterminés. Ainsi, le pétiole a été sectionné en son milieu ou à son sommet, le limbe a été coupé transversalement en un endroit quelconque et, d'après ces quelques coupes, on a cru connaître l'anatomie de la feuille. On a même été plus loin : de ces études plus que superficielles, on a tiré immédiatement des caractères en vue d'une application directe à la botanique systématique.

Si les efforts de ces botanistes n'ont pas toujours obtenu le succès qu'ils avaient espéré, on n'est pas en droit de conclure que la morphologie interne ne puisse un jour venir en aide à la

([1]) *Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'*Urtica dioica L. (Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, t. XLVII, 1884.)

morphologie externe. La cause de l'échec réside uniquement dans l'imperfection des méthodes employées qui n'ont pas permis de saisir, avec une précision suffisamment rigoureuse, les relations existant entre les formes que nous distinguons à l'œil nu ou à la loupe et les détails d'organisation qui ne sont accessibles qu'à l'aide du microscope.

D'ailleurs, ne serait-il pas téméraire d'affirmer que l'anatomie générale a dit son dernier mot ? Avant de demander aux investigations anatomiques des caractères pouvant servir à la botanique systématique, ne convient-il pas de se livrer à une étude complète et approfondie des membres qui doivent être l'objet de ces investigations ?

« Tous les efforts du botaniste, dit Sachs, doivent tendre à » acquérir une connaissance exacte et parfaite de la structure » intérieure d'une plante dans son ensemble, de telle sorte que » son imagination seule puisse, au moment voulu, lui donner » une idée parfaitement nette de cette structure jusque dans ses » moindres détails. »

En m'inspirant de toutes ces idées, je me suis placé au point de vue de l'anatomie générale pour l'étude de la feuille, dans toute son étendue et à tous les âges, dans l'espace et dans le temps. On pourra, plus tard, s'assurer s'il y a possibilité d'appliquer le résultat de ces recherches à la botanique systématique, en ayant bien soin de multiplier les observations pour une même espèce et en tenant compte surtout des variations épharmoniques : étude de la feuille dans ses rapports avec le milieu ambiant.

C'est en vue de préparer déjà ce second point, que j'ai cru bon de porter mes investigations sur les espèces d'une même famille. J'ai choisi la famille des Renonculacées qui, on le sait, participe à la fois des Monocotylées et des Dicotylées par de nombreux

caractères, et qui présente un polymorphisme de l'appendice foliaire poussé excessivement loin. Je suis ainsi arrivé à grouper les genres d'après des caractères tirés de la feuille, dans le simple but toutefois de faciliter l'exposé de la matière. Il ne faut donc pas voir dans ce groupement un acheminement vers une réforme de la classification. De plus, ces groupes qui rayonnent autour d'un type décrit d'une manière approfondie, doivent se comprendre dans les limites des espèces étudiées.

J'ai cru devoir borner mes recherches à une seule famille, en examinant le plus grand nombre d'espèces possible. La recherche des types à décrire nécessite, en effet, de longs travaux préliminaires; l'organisation des feuilles dans une espèce ne peut souvent être exactement comprise que par la comparaison avec plusieurs espèces voisines. Il serait, en outre, bien difficile de tirer des conclusions de la comparaison de types choisis *a priori* et un peu au hasard dans les diverses familles végétales.

Une question se présente ici : Pour étudier *la feuille* d'une espèce végétale, quelle feuille choisira-t-on ? Nul n'ignore que, sur un même individu, on peut trouver de nombreuses formes très différentes l'une de l'autre. Je crois cependant que l'on peut se borner à étudier la feuille la plus complète, la plus grande, la plus développée, en un mot, ce que l'individu sait produire de mieux quand il végète dans les conditions ordinaires. Cette feuille, à l'état adulte, sera examinée dans toute son étendue. Pour la connaître à tous les âges, on étudiera l'organogénie dans le bourgeon, en choisissant l'époque la plus favorable. C'est la marche suivie dans ce travail. En plus, nous l'avons souvent étendue à toutes les formes de feuilles que l'on peut rencontrer chez un individu donné, spécialement en ce qui concerne les types choisis.

Afin d'éviter toute équivoque, disons dès maintenant que le

mot *feuille*, tel que nous l'employons, désigne toute dépendance latérale de la tige ayant une seule surface de symétrie et une croissance limitée. Ce membre appendiculaire présente des modifications adaptationnelles dont les principales sont : les feuilles végétatives, les feuilles bractéales, les feuilles souterraines, les feuilles pérulaires. Une feuille adulte complète comprend trois régions superposées : la gaine, le limbe, le pétiole.

La gaine est la région basilaire de la feuille; sa structure n'est pas constante à tous les niveaux. J'entends par là que les coupes successives ne sont pas superposables, n'étant pas toutes identiques. Il faut surtout considérer la gaine à deux époques bien distinctes où elle a deux fonctions différentes à remplir : dans le bourgeon, elle protège les feuilles plus jeunes; dans la feuille adulte, elle contribue avec le pétiole, par sa partie antérieure (1), à servir de support au limbe. Les caractères morphologiques de la gaine dans le bourgeon sont ordinairement différents de ces mêmes caractères dans la feuille adulte. La gaine se différencie de bonne heure et arrive à complet développement bien longtemps avant le limbe.

(1) Suivant l'exemple du savant professeur de Lille, M. C.-E. Bertrand (*Bulletin scientifique du département du Nord*, 2e série 1880, nos 2, 3 et 4), l'observateur est supposé dans l'axe de la tige, la tête vers le sommet végétatif, son plan médian coïncidant avec la surface de symétrie de la feuille et la face tournée vers cette feuille. Dès lors, une partie de la gaine est *antérieure*, devant l'observateur; une autre est *postérieure* quand la gaine atteint une insertion de 360°; enfin il existe des parties *latérales* à droite et à gauche de l'observateur.

Le pétiole et le limbe sont tout entiers *antérieurs*, devant l'observateur. On y reconnaîtra une face *interne*, plus fréquemment appelée face *supérieure*, à cause de la position qu'elle affecte ordinairement à l'état adulte, et une face *externe* ou face *inférieure*.

Le limbe est la région supérieure de la feuille. A l'état jeune, c'est tout ce qui surmonte la gaine; à l'état adulte, c'est tout ce qui surmonte le pétiole quand ce dernier ne fait pas défaut, ce qui est le cas le plus fréquent. Sa morphologie est éminemment variable. Le limbe se différencie après la gaine et toujours avant le pétiole.

Le pétiole est la région moyenne de la feuille. En règle générale, sa structure, en ce qu'elle a d'essentiel, est constante à tous les niveaux. Sa raison d'être est purement physiologique. C'est une région rétrécie, de croissance intercalaire tardive (¹).

Quand une de ces trois parties manque dans la feuille, c'est généralement le pétiole. Dans plusieurs feuilles de nos Dicotylées à insertion étroite, la gaine à l'état adulte semble manquer.

Je me borne ici à ces quelques notions générales qui serviront à préciser, dès le début, le sens des mots le plus fréquemment employés dans le texte de ce mémoire. Ces notions seront confirmées et complétées par la suite. On remarquera que le sens du mot limbe, tel qu'il est établi plus haut, n'est pas celui qu'on lui reconnait généralement. Van Tieghem (**31**), notamment, et d'autres encore, attribuent au mot limbe le sens d'une lame verte, aplatie, plus ou moins étalée. De Candolle (**2**) définit le limbe « la partie de la feuille ou de la foliole formée par l'épa» nouissement des fibres ou, en d'autres termes, tout ce qui » dans la feuille n'est pas pétiole ». Ne semble-t-il pas résulter de cette définition qu'une feuille d'*Actaea*, par exemple, soit

(¹) Les stipules sont généralement considérées comme formant une quatrième région de la feuille. M. Van Tieghem pourtant les considère comme « le résultat d'une ramification très précoce du pétiole ou du limbe », en d'autres termes, il les regarde comme « une première paire de folioles ».

J'aurai occasion de revenir sur ce point intéressant au cours du présent mémoire. (Voir notamment la note IV.)

formée d'un grand nombre de limbes? C'est à cause du peu de concordance qui existe entre les auteurs sur le sens de ce mot que j'ai été amené à en fixer plus nettement la compréhension. Et si l'on compare entre elles certaines feuilles, telles que feuilles de *Ranunculus acris*, *Trollius europaeus*, *Anemone alpina*, *Anemone nemorosa*, *Aquilegia vulgaris*, *Actaea spicata*, on sera naturellement forcé de désigner par un terme commun toute la région qui surmonte le pétiole. Le limbe peut être entier, denté, lobé ou profondément découpé; dans ce dernier cas, on doit y reconnaître un rachis primaire, parfois des rachis secondaires et plusieurs folioles. Dans aucun cas, le mot limbe ne me paraît devoir être employé comme synonyme de foliole. L'étude approfondie des diverses régions foliaires ne fait d'ailleurs que confirmer cette manière de voir, comme on pourra s'en convaincre plus loin.

Un mot maintenant à propos du parcours des faisceaux dans la feuille. Cette question a tout spécialement attiré mon attention; c'est d'ailleurs la moins étudiée jusqu'ici et par suite la plus mal connue. Cependant le système des faisceaux me paraît avoir en botanique au moins la même importance que le système circulatoire et même le système squelettique en zoologie. Néanmoins, la plupart des anatomistes se sont bornés à une coupe isolée, le plus souvent au milieu du pétiole. Tels sont Guillard, Cas. De Candolle, Marié, Chatin et beaucoup d'autres. Vesque lui-même, trop absorbé par les caractères purement histologiques, ne fait qu'effleurer la topographie des faisceaux dans la seule coupe qu'il pratique dans le pétiole. Cette négligence, de la part de ce botaniste, doit d'autant plus nous étonner que le système des faisceaux constitue dans la feuille le système le moins adaptable, et qu'il aurait pu trouver là de bons caractères au point de vue systématique. Dufour (**24**) a, en effet,

montré que tous les caractères histologiques de la feuille sont susceptibles de modifications sous l'influence des radiations lumineuses : dimension des feuilles en surface et en épaisseur, nombre des stomates, cellules épidermiques, cuticule, parenchyme palissadique, nombre et forme des vaisseaux, sclérenchyme, collenchyme, etc. Et il ajoute que si les faisceaux se modifient par suite d'une adaptation fixée et longue à un nouveau milieu, ces modifications en entraîneront d'autres, et l'on sera probablement en présence d'espèces en voie de formation!

Dans toutes mes recherches sur le parcours des faisceaux, j'ai suivi la méthode des coupes sériées depuis l'entre-nœud de la tige sous l'insertion de la feuille, jusque dans le limbe. Les coupes ont été fixées sur la lame par l'agar, d'après le procédé de M. le professeur Gravis (¹). Quelquefois, la feuille éclaircie par la potasse ou l'eau de Javelle, peut suffire pour permettre de suivre le parcours des faisceaux. Il faut toutefois avoir soin, pour ce qui concerne la gaine et le pétiole, de s'assurer au préalable, par quelques coupes transversales, s'il n'y a pas eu dédoublement de certains faisceaux vers la face interne : le dédoublement rend absolument nécessaire la méthode des coupes sériées.

Ce mémoire comprend deux parties. La première est l'exposé de mes observations : toutes les plantes étudiées sont ramenées à huit groupes présentés dans l'ordre qui m'a paru le plus propre à faciliter la rédaction. Cette première partie est suivie de quelques notes critiques.

La seconde partie contient une discussion des faits au point de vue de l'anatomie systématique.

(¹) Voir notes de technique micrographique dans les *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I.

Une liste alphabétique des espèces étudiées et un résumé bibliographique sont annexés à l'ouvrage.

En terminant cette introduction, je suis heureux d'adresser ici à M. le professeur A. Gravis, mon savant maître, mes plus sincères remerciements pour les excellents conseils qu'il m'a sans cesse prodigués pendant tout le cours de mes recherches. Il a contribué pour une large part, ainsi que M. Crépin, directeur du Jardin botanique à Bruxelles, à me procurer les nombreux matériaux qui m'étaient nécessaires pour mener mon travail à bonne fin. Que ces messieurs veuillent bien recevoir l'expression de ma profonde reconnaissance.

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE DES FEUILLES

DANS LES

RENONCULACÉES

PREMIÈRE PARTIE.

PLAN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Premier groupe : Type *Adonis autumnalis* L.
Genres : *Adonis, Garidella, Nigella, Ceratocephalus, Myosurus.*

Deuxième groupe : Type *Anemone nemorosa* L.
Genres : *Anemone, Hepatica, Eranthis, Aquilegia, Actaea, Cimicifuga, Thalictrum, Isopyrum.*

Troisième groupe : Type *Trollius europaeus* L.
Genres : *Aconitum, Delphinium.*

Quatrième groupe : Type *Caltha palustris* L.
Genres : *Ficaria, Oxygraphis.*

Cinquième groupe : Type *Helleborus fœtidus* L.
Genre : *Helleborus.*

Sixième groupe : Type *Pæonia officinalis* L.
Genre : *Pæonia.*

Septième groupe : Type *Clematis Flammula* L.
Genre : *Clematis.*

Huitième groupe : Types *Ranunculus Lingua* L., *R. aquatilis* L., *R. acris* L.
Genre : *Ranunculus.*
Notes critiques.

PREMIER GROUPE.

Type : ADONIS AUTUMNALIS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Plante annuelle, hétérophylle.

Au-dessus de ses cotylédons, elle forme une série de feuilles végétatives (5-8) de plus en plus développées. Les plus inférieures de cette série sont insérées à des nœuds très rapprochés; elles atteignent leur état adulte au printemps et sont déjà flétries à l'époque de la floraison. Cette série progressive est suivie d'une autre série (5 à 8) dont le métamorphisme est régressif.

La tige se termine par une fleur sous laquelle on observe deux ou trois bractées plus ou moins espacées.

Les rameaux feuillés portent des feuilles en série régressive, ainsi que des rameaux de troisième ordre et des bractées.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie**. — La jeune feuille débute par un bourrelet subannulaire, quelque peu interrompu dans la région postérieure; son insertion est donc sensiblement de 360° : c'est la *feuille primordiale* qui se différenciera plus tard pour devenir la feuille adulte.

Au tout premier stade, la feuille primordiale possède une activité de croissance répartie à peu près également sur tout le pourtour de son bord supérieur. Bientôt cette activité de croissance se localise : d'abord en un point médian antérieur où se développe un *mamelon* dont le sommet est le sommet du limbe adulte, plus tard en deux points latéraux qui donneront naissance aux deux dépendances latérales de la gaine ou lobes de la gaine.

Ces points végétatifs qui apparaissent sur la feuille primordiale sont des *points végétatifs primaires*. Le limbe qui s'est développé aux dépens d'un seul point végétatif primaire est dit limbe *monacrone* (1). Les points végétatifs primaires engendrent des *segments primaires*.

Au stade suivant, apparaissent *des points végétatifs secondaires*, ainsi qualifiés parce qu'ils se développent sur un mamelon primaire. Ils apparaissent sur les bords de ce mamelon et en ordre acropète. Ce sont donc les points secondaires les plus inférieurs qui naissent les premiers et qui se développeront le plus, en produisant des *segments secondaires* plus grands et à divisions plus nombreuses. Un limbe adulte porte cinq ou six paires de segments secondaires.

Le segment secondaire inférieur porte à son tour quatre ou cinq paires de *segments tertiaires* acropètes qui ont pris naissance sur le segment secondaire de la même manière que les segments secondaires sur le segment primaire.

Quand toutes les divisions du limbe sont ainsi formées à l'état embryonnaire, des régions de croissance intercalaire apparaissent en divers endroits pour disperser toutes ces divisions dans l'espace. C'est d'abord à la base du mamelon médian, sous les segments secondaires inférieurs : cette région s'étrangle et s'allonge pour devenir le *pétiole*. Puis, toujours en ordre acropète, successivement entre les divers segments secondaires, se forment d'autres régions d'étranglement plus ou moins allongées dont l'ensemble forme le *rachis primaire*. Des *rachis secondaires* se produisent de la même manière dans les segments secondaires.

Quant à la gaine, de très bonne heure l'activité de croissance se localise dans les régions latérales. Il se produit ainsi, de chaque côté du plan médian, un mamelon qui, en se développant, donne naissance à des lobes assez diversement divisés à l'état adulte (pl. I, fig. 1). Ces lobes sont d'ordre primaire et ont la même valeur organogénique que le limbe tout entier. La gaine est dite alors *auriculée* et les dépendances latérales sont des

(1) De μονος, un et αχρος, sommet.

auricules qui, dans le genre *Adonis*, sont généralement multifides ([1]).

La gaine ne suit pas entièrement le grossissement de la tige et, à l'état adulte, son angle d'insertion est réduit de moitié.

B. **Feuille adulte :**

1° CARACTÈRES EXTÉRIEURS (fig. 1). — La feuille adulte se compose donc :

D'une gaine dont l'insertion est inférieure à 180° et pourvue de deux auricules multifides;

D'un pétiole assez allongé, demi-cylindrique et fortement canaliculé;

D'un limbe *monacrone composé* ([2]), constitué par un rachis primaire portant 5-6 paires de segments secondaires différenciés en ordre acropète.

Le segment secondaire inférieur est constitué par 4-5 paires de segments tertiaires entiers ou divisés, sessiles ou subsessiles sur les rachis secondaires.

2° PARCOURS DES FAISCEAUX (fig. 2). — Trois faisceaux sortent dans la feuille : un médian et deux latéraux; nous les représentons par

L M L.

Tout à la base de la gaine, les L donnent naissance à un marginal (représenté par *m*), qui bientôt se bifurque : une branche continue dans le pétiole, l'autre constitue le faisceau principal de l'auricule où il se ramifie.

A un niveau quelque peu supérieur, un nouveau faisceau naît des L : c'est un faisceau intermédiaire (représenté par *i*) qui parcourt le pétiole entre M et L. Dès lors la coupe typique du

([1]) Nous verrons dans un instant d'autres feuilles d'*Adonis* où ces appendices prennent un plus grand développement et ont l'allure des autres segments du limbe. Dès lors, il devient difficile et en tout cas fort inutile de les distinguer de ces autres segments, et par conséquent de leur réserver une appellation spéciale. (Voir note IV.)

([2]) Voir note VII.

pétiole comprend sept faisceaux disposés en arc à convexité externe. Cette coupe peut se représenter par la formule (fig. 3)

m L *i* M *i* *m*.

Cette structure est constante à tous les niveaux, si l'on ne tient pas compte des anastomoses obliques échangées entre ces faisceaux, çà et là et irrégulièrement. Ces anastomoses ne sont d'ailleurs ici que des rameaux de dérivation parcourant le tissu fondamental et de fort peu d'importance.

Le M va jusqu'au sommet du limbe; c'est le faisceau le plus fort et celui qui va le plus loin.

Les faisceaux L parcourent le rachis médian, tendant à converger vers le M et allant se perdre dans les anastomoses qui se trouvent à la base des segments secondaires supérieurs.

Les faisceaux *i* et *m* ne dépassent pas le niveau des segments secondaires inférieurs.

Chaque segment secondaire reçoit trois faisceaux : le principal de ces trois faisceaux est constitué par une branche insérée sur le faisceau L. Ces trois faisceaux parcourent le rachis secondaire en envoyant le même nombre de ramifications dans les rachis tertiaires. On retrouve encore le même nombre au sommet de chaque foliole (fig. 4).

3° Histologie :

a) *Pétiole.* Au milieu du pétiole (fig. 5), le faisceau M se compose d'un B_1 formé de quelques trachées écrasées et d'autres plus nombreuses qui ne le sont pas, toutes dispersées parmi des fibres primitives [1] non différenciées; d'un B_2 constitué par des trachéides étroites; d'une couche cambiale plus ou moins arquée; d'un liber; de quelques éléments sclérifiés extralibériens à parois peu épaisses.

Les faisceaux L présentent un facies analogue, mais sont un peu plus grêles. Les fibres extralibériennes peuvent manquer.

[1] C'est ainsi que M. Bertrand nomme les cellules procambiales du faisceau, qui ne sont pas différenciées. — B_1 désigne le bois primaire, B_2 le bois secondaire, *Tf.* le tissu fondamental.

Les faisceaux *i* et *m*, beaucoup plus grêles encore, n'ont pas de fibres sclérifiées.

Le *Tf.* lacuneux et chlorophyllien, surtout vers la face externe, présente une cavité centrale entre le faisceau M et la face interne. Pas de collenchyme.

L'épiderme présente des cellules allongées, presque toutes rectangulaires sur leur paroi extérieure. Celle-ci, légèrement cutinisée, est sillonnée de faibles striations longitudinales sur la face externe du pétiole. Stomates. Poils très rares.

b) *Gaine.* Rien de particulier.

c) *Limbe.* Les rachis ont une structure qui rappelle celle du pétiole; il en est de même des nervures.

Les extrémités des segments sont ordinairement parcourues par trois petits faisceaux qui se rejoignent au sommet. Ces faisceaux, réduits à un petit nombre d'éléments, toujours sans sclérenchyme, n'offrent rien de bien particulier. Ils occupent le milieu du mésophylle [1].

Ce dernier (fig. 6) est nettement bifacial et présente un parenchyme palissadique formé de cellules non contiguës (fig. 7), séparées par de larges méats, de cinq à six fois plus longues que larges. Les palissades sont simples ou rameuses; ces dernières ont leurs branches parfois très écartées. Le parenchyme

[1] Par *mésophylle,* j'entends ici le *Tf.* du limbe, abstraction faite des nervures et des rachis, en d'autres termes, ce qui comprend généralement le parenchyme ou mésophylle palissadique interne (supérieur) et le mésophylle spongieux externe (supérieur).

Au point de vue de la bifacialité et de l'équifacialité, il y a lieu de distinguer si elle porte sur le mésophylle ainsi limité, sur l'épiderme ou sur les deux à la fois. Certaines feuilles peuvent en effet avoir un *Tf.* bifacial et un épiderme équifacial. Je ne tiens pas compte des poils ni des stomates pour établir si un épiderme est bifacial, équifacial ou subéquifacial.

Quant aux *nervures,* il n'y a pas souvent de caractères particuliers à signaler. Ce n'est en somme que la continuation des rachis et par conséquent du pétiole; les caractères de ce dernier s'étendent dans les nervures jusqu'à une hauteur qu'il n'est guère facile de délimiter en ce qui concerne les faisceaux, le *Tf.* et l'épiderme.

spongieux est assez dense et constitué par des cellules peu rameuses (fig. 8).

L'épiderme [1] est équifacial (fig. 7 et 8), formé de cellules sinueuses toutes allongées dans le sens de l'axe du segment, à parois sensiblement plus épaisses à la face interne.

Stomates de la forme renonculacée (Vesque) ordinaire, sans cellules annexes, sur le pétiole, à la face externe du limbe et sur les bords de la face interne. Vers les extrémités des *segments*, les stomates existent sur les deux faces.

Sur le limbe, ils sont saillants : les cellules de bordure ou cellules stomatiques ont leurs parois fortement épaissies et cutinisées. Elles sont garnies vers l'extérieur de deux arêtes saillantes, se présentant sous forme de petites cornes sur la section transversale et limitant une antichambre stomatique bien constituée. Au contact des cellules de bordure, les cellules épidermiques péristomatiques présentent des sinuosités plus prononcées, visibles par transparence sous les cellules de bordure (fig. 8).

Poils dimorphes : les uns sont faiblement claviformes, courts, à membrane mince (*Drüsenhaaren*, des auteurs allemands); les autres sont cylindriques, allongés, rubanés, à membrane mince et sommet tronqué (*Deckhaaren*). Tous sont délicats et caducs. On les observe çà et là; ils sont d'ailleurs peu nombreux.

Les feuilles végétatives inférieures offrent ceci de particulier, que la gaine n'est jamais auriculée; elle est dite *simple* ou *non auriculée*, c'est-à-dire apparaissant comme une sorte d'élargissement court et triangulaire à la base du pétiole. Parfois cependant cette gaine s'élargit quelque peu et devient faiblement *ailée* sur les bords.

Le pétiole est allongé, plus grêle, et parcouru par trois ou cinq faisceaux. Le limbe est plus étroit, à segments secondaires acropètes, comme dans la feuille végétative la plus complète ou feuille principale.

[1] L'épiderme dont il s'agit ici, dans le limbe, est donc l'épiderme du mésophylle.

Une des feuilles végétatives supérieures, appartenant à la série régressive, présente une conformation assez différente (fig. 9). A mesure que l'on s'élève le long de la tige, on remarque que le pétiole devient de plus en plus petit, au point de devenir nul, tandis que les dépendances latérales de la gaine prennent plus de développement. Il en résulte que les segments secondaires inférieurs sont ainsi rapprochés de ces dépendances ou auricules.

L'examen du parcours des faisceaux nous montre le faisceau principal du segment secondaire inférieur, marqué α dans les figures 9 et 10, comme étant une dépendance du faisceau L (fig. 10), au même titre que celui qui lui correspond dans la feuille végétative principale (fig. 2).

La feuille de la figure 9 ne diffère en réalité de la feuille de la figure 1 que par l'absence de croissance intercalaire entre la gaine et les segments secondaires inférieurs.

Quelle que soit la hauteur où l'on considère la feuille sur la tige, le nombre de faisceaux qui pénètrent à la base de la gaine parait être constant; c'est toujours trois.

Les caractères histologiques n'offrent rien de particulier.

FEUILLE BRACTÉALE OU BRACTÉE.

Je réserve le nom de feuille bractéale, ou plus ordinairement *bractée*, aux deux ou trois petites feuilles qui se trouvent sous la fleur et qui continuent vers le haut la série régressive des feuilles végétatives. Elles diffèrent de ces dernières en ce qu'elles sont plus petites, et qu'aucun bourgeon ne s'est développé à leur aisselle. Elles offrent exactement la même configuration que la feuille végétative supérieure décrite plus haut (fig. 9). Rien de particulier à signaler concernant leurs caractères histologiques.

GENRE *ADONIS*.

A. æstivalis L. — **A. flammeus** Jacq.

Ces deux espèces présentent une ressemblance si complète avec l'*Adonis autumnalis*, qu'aucun caractère de morphologie

interne ou externe, tiré de l'appendice foliaire, ne permet de les distinguer : l'hétérophyllisme est le même, le parcours, le nombre des faisceaux, le mésophylle, les particularités relatives aux stomates et le dimorphisme des poils sont identiques. Ceux-ci, surtout les poils rubanés, persistent davantage et sont plus nombreux sur les feuilles inférieures.

A. Volgensis Stev.

Espèce vivace. Chaque pousse porte une série de feuilles nettement progressive, suivie de quelques autres faiblement régressives. La feuille végétative la plus complète est représentée par la figure 11.

Au premier stade, le limbe se développe par plusieurs points végétatifs : un *médian* et deux *latéraux*. Il y a en outre deux points *marginaux*, destinés à former deux segments que l'on peut considérer ou bien comme les homologues des dépendances latérales multifides de la gaine dans l'*A. autumnalis*, ou bien comme des segments marginaux du limbe. A la suite d'une croissance intercalaire, le segment médian et les segments latéraux du limbe sont soulevés séparément par un rachis primaire médian et deux rachis primaires latéraux. Les segments marginaux sont aussi quelque peu rachidés.

Le pétiole est nul, ce terme étant exclusivement réservé au support d'un limbe non découpé, ainsi qu'au support commun des divers segments d'un limbe découpé.

Contrairement à celle de l'*A. autumnalis*, la feuille végétative de l'*A. Volgensis* possède donc une gaine courte, élargie, surmontée d'un limbe sessile et polacrone ([1]), à cinq segments primaires rachidés :

m L M L *m*.

([1]) De πολυ, beaucoup, et αχρος, sommet. Le limbe de ces feuilles se développe donc aux dépens de plusieurs points végétatifs primaires.

Il faut bien noter que le polacronisme des *Adonis* n'est pas le même que celui que nous rencontrerons plus loin chez le *Trollius* et les genres voisins. Ici le limbe polacrone est combiné avec l'absence de pétiole; c'est ce qui explique l'indécision concernant les segments marginaux.

Elle reçoit de la tige cinq faisceaux (fig. 12) :

L *i* M *i* L.

Quant aux caractères histologiques, il faut surtout signaler, dans le limbe, un mésophylle bifacial (fig. 13) : cellules palissadiques, toutes simples, à peine deux fois plus longues que larges, séparées par d'étroits méats peu distincts ([1]), parenchyme spongieux dense. Épiderme à cellules sinueuses, un peu allongées, à la face interne seulement (fig. 14). A la face externe (fig. 15), des stomates non saillants et des poils rares, dimorphes, comme chez l'*Adonis autumnalis*.

Les cellules épidermiques qui constituent le bord des folioles ont leur paroi extérieure faisant une saillie assez prononcée vers le dehors et plus fortement épaissie dans la partie bombée (fig. 16). Elles rappellent les dents de certaines feuilles de Mousses.

Les feuilles du bas de la pousse sont réduites à une gaine large très développée, ovale-lancéolée. Plus haut cette gaine apparaît surmontée d'un petit limbe (fig. 17), où l'on reconnaît déjà les divers segments du limbe de la feuille végétative.

Elle reçoit de la tige sept faisceaux (fig. 18) :

m L *i* M *i* L *m*.

Les feuilles de la région supérieure ressemblent à la feuille végétative décrite plus haut; elles sont seulement plus réduites.

A. vernalis L.

Espèce vivace présentant le même hétérophyllisme que l'*A. Volgensis*.

La feuille végétative la plus complète (fig. 19) rappelle celle de l'*A. Volgensis :* son limbe est sessile et polacrone, mais composé de sept segments primaires rachidés :

m' *m* L M L *m* *m'*.

([1]) Visibles seulement sous l'épiderme de face (fig. 14).

Cette feuille reçoit de la tige cinq faisceaux (fig. 20):

m L M L *m*.

On remarquera ici la présence de deux faisceaux *m* et l'absence des deux faisceaux *i*.

Le mésophylle, l'épiderme, les stomates et les poils sont les mêmes que chez l'*A. Volgensis*. Les cellules épidermiques marginales, toutefois, ne présentent pas de saillies vers le dehors; leurs parois sont droites.

Les feuilles de la région inférieure ont une large gaine, et un rudiment de limbe comme dans l'*A. Volgensis*.

En résumé, le genre *Adonis* est caractérisé :

1° Par l'hétéromorphisme de ses feuilles qui sont, ou bien pétiolées, avec un limbe monacrone composé de segments secondaires rachidés, et une gaine simple, ailée ou auriculée, ou bien sessiles avec un limbe polacrone composé de 5-7 segments primaires rachidés;

2° Par la multipartition des segments du limbe et des auricules quant elles existent;

3° Par la bifacialité du mésophylle;

4° Enfin par le dimorphisme et le petit nombre des poils.

Deux groupes :

1) Feuilles inférieures pétiolées, à gaine simple ou faiblement ailée, à limbe bien développé. Palissades non rameuses et quelques-unes rameuses. Stomates saillants.

Espèces annuelles : *A. autumnalis* L., *aestivalis* L., *flammeus* Jacq.

2) Feuilles inférieures sessiles, à gaine large, à limbe rudimentaire. Palissades toutes simples. Stomates non saillants.

Espèces vivaces :

a) Cellules épidermiques marginales, à paroi extérieure bombée : *A. Volgensis* Stev.

b) Cellules épidermiques marginales, à paroi extérieure droite : *A. vernalis* L.

GENRE *GARIDELLA*.

G. Nigellastrum L.

Plante annuelle hétérophylle.

La feuille végétative la plus complète (fig. 21) possède un limbe monacrone pétiolé, composé de 5-6 paires de segments secondaires, les deux ou trois paires inférieures multifides sont à peu près d'égale importance; la gaine est non ailée et non auriculée.

Parcours. — Le parcours des faisceaux est le même que chez *A. autumnalis* (fig. 22). La formule à la base de la gaine est

L M L

et devient

m L *i* M *i* L *m*

au milieu du pétiole où les faisceaux sont disposés sur un arc à convexité externe (fig. 23). On remarquera (fig. 22) que les faisceaux *i* se continuent dans le rachis primaire, jusqu'au niveau de la troisième paire de rachis secondaires (γ) qui sont aussi développés que ceux de la première paire.

Histologie. — Dans le pétiole, le collenchyme est localisé en cinq massifs sous-épidermiques (fig. 23), dont trois en face des faisceaux LML et deux dans les arêtes. Les massifs de sclérenchyme extralibériens ne sont pas adhérents au liber. Le parenchyme chlorophyllien est nettement limité du parenchyme incolore (fig. 23). La cuticule est finement striée.

Dans le limbe, le mésophylle est bifacial (fig. 24) et les cellules palissadiques, rameuses ou non rameuses, ne sont pas partout contiguës.

L'épiderme est équifacial, à cellules sinueuses (fig. 25), à membranes minces et faiblement cutinisées. Sur les bords du limbe, les cellules épidermiques, fortement cutinisées, se présentent sous l'aspect de petites dents saillantes (fig. 26).

Stomates sur les deux faces, plus nombreux à la face externe, à peine saillants (fig. 24).

Poils courts, claviformes, caducs; à l'état adulte de la feuille, ils sont presque tous tombés (1).

GENRE *NIGELLA*.

N. Damascena L. et **N. hispanica** L.

Espèces annuelles, hétérophylles.

La feuille végétative diffère peu de celle de la Garidelle (2); les formules de parcours pour la gaine et le pétiole sont les mêmes.

HISTOLOGIE. — Dans le pétiole (fig. 27 et 31), les massifs libériens sont très petits, parfaitement arrondis sur la coupe transversale et entourés par des arcs épais de sclérenchyme qui leur sont adhérents.

Il y a généralement des massifs de collenchyme sous-épidermiques en face des faisceaux LML; ils manquent dans les arêtes. Parenchyme chlorophyllien bien distinct du parenchyme incolore.

Dans le limbe, mésophylle bifacial (fig. 28); les cellules palissadiques sont oblongues, rameuses ou non rameuses, ou irrégulières.

Épiderme équifacial (fig. 29); des saillies cellulaires sur les bords du limbe (fig. 30 et 32) et aussi sur la nervure principale (fig. 28), à la face externe.

Stomates sur les deux faces, peu nombreux à la face interne. Poils peu allongés, subcylindriques, arrondis au sommet et à membranes assez épaisses, très peu nombreux, persistants, surtout à la face interne du pétiole.

(1) Sur les feuilles inférieures, on trouve aussi quelques poils rubanés, caducs, analogues à ceux de l'*A. automnalis;* mais ils sont très rares.

(2) La *N. integrifolia* Reg. possède un limbe monacrone, sans segments secondaires, parfaitement entier.

GENRE *CERATOCEPHALUS*.

C. falcatus Pers.

Plante annuelle hétérophylle.

Les feuilles sont petites, étroites. La gaine est non ailée et peu distincte du pétiole, qui est court. Le limbe est allongé, étroit, linéaire, plus souvent irrégulièrement ramifié dans sa région supérieure (fig. 33, 34, 35, 36). Il est monacrone; des points végétatifs secondaires apparaissent, souvent sans aucune symétrie, sur le segment primaire, pour donner naissance aux diverses ramifications du limbe.

Parcours. — Un ou trois faisceaux passent de la tige dans chaque feuille; quand il n'y a qu'un seul faisceau, les deux L se détachent du M dès l'extrême base du pétiole. Dans le pétiole, ils échangent entre eux quelques fines anastomoses.

Histologie. — Les faisceaux sont formés d'éléments ligneux et libériens peu nombreux. Pas de sclérenchyme ni de collenchyme (fig. 37). Le mésophylle est nettement bifacial (fig. 38) : palissades bien développées avec larges méats; cellules du parenchyme spongieux peu rameuses et très allongées dans le sens de de l'axe de la feuille.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses allongées avec parois minces. Pas de saillies cellulaires sur les bords du limbe. Sinuosités peu prononcées autour des stomates.

Stomates sur les deux faces, non saillants.

Poils excessivement longs, unicellulaires, grêles, persistants, à membrane assez épaisse.

GENRE *MYOSURUS*.

M. minimus L.

Plante annuelle, hétérophylle.

Les feuilles végétatives de la plante adulte sont petites, étroites, linéaires, quelque peu élargies dans leur région supé-

rieure; le sommet est obtus et arrondi (fig. 40). Il y a néanmoins une gaine, un pétiole et un limbe distincts (fig. 41, 42 et 43), mieux caractérisés encore dans les feuilles inférieures qui ont disparu quand la plante est adulte (fig. 44).

Parcours. — C'est un type parfait de feuille monacrone simple : les trois faisceaux LML convergent vers le sommet du limbe (fig. 45). Quelques ramifications existent seulement dans le limbe.

Histologie. — Les faisceaux sont constitués par un petit nombre d'éléments ligneux et libériens. Dans la gaine, ils sont généralement entourés par un étui de cellules sclérifiées (fig. 42.). Dans le pétiole (fig. 46) les éléments sclérifiés sont répartis en un arc interne et un arc externe en dehors desquels existe en outre une assise à plissements plus ou moins bien visibles suivant le niveau.

Dans le limbe, les cellules sclérifiées ont disparu, et les plissements de l'assise qui entoure le faisceau n'existent plus que faiblement (fig. 47). Autour, le mésophylle est à peu près homogène, partout lacuneux; pas de palissades; les corps chlorophylliens sont surtout répandus dans les cellules situées sur les deux bords de la feuille, donc en dehors des faisceaux L. Épiderme équifacial, formé de cellules allongées, à parois minces et presque droites (fig. 48).

Stomates ordinaires.

Je n'ai pas vu de poils sur la feuille adulte ni dans le bourgeon de la plantule.

DEUXIÈME GROUPE.

Type : ANEMONE NEMOROSA L.

MODE DE VÉGÉTATION (¹).

Au printemps, sur les rhizomes rameux de l'*A. nemorosa,* on trouve des feuilles souterraines, des feuilles végétatives dressées à pétiole et à limbe aériens, ainsi que des tiges florifères munies d'un involucre bractéal ou calicule. Il y a des rhizomes fertiles et d'autres stériles, c'est-à-dire dépourvus de tige florifère.

Dès la fin d'octobre et en novembre, près de l'extrémité du rhizome fertile, on remarque deux, beaucoup plus rarement trois feuilles souterraines étalées, plus grandes que les autres (fig. 49). Ce sont les feuilles pérulaires du bourgeon à fleur; elles protègent la jeune hampe florale qui est terminale. Le bourgeon axillaire de la feuille pérulaire inférieure n'est alors pas développé, ou bien il montre simplement une préfeuille. Celui de la feuille pérulaire supérieure est en voie de développement et porte deux ou trois feuilles végétatives à l'état jeune. Ce dernier bourgeon continuera le rhizome pendant que l'extrémité florifère sortira de terre : ce rhizome est donc sympodique.

A la même époque, près de l'extrémité du rhizome stérile, se forment deux feuilles pérulaires recouvrant deux ou trois feuilles végétatives en formation. Ces dernières une fois produites, le rhizome continuera à pousser, même pendant l'hiver, et surtout le printemps et l'été de l'année suivante, en ne donnant que des feuilles souterraines. Au printemps, nous retrouvons, en effet, ces feuilles végétatives insérées à une certaine distance du sommet, distance qui ne fait qu'augmenter pendant tout le courant de l'année. Ce rhizome n'est donc pas, en cet endroit, sympodique.

Des bourgeons peuvent aussi se développer sur le rhizome à l'aisselle des feuilles souterraines. Dans ce cas, ces rameaux sont toujours stériles, du moins la première année. Ils se composent alors d'une préfeuille, de deux feuilles pérulaires, de deux ou trois feuilles végétatives qui seront suivies plus tard de feuilles souterraines.

Toutes ces feuilles sont disposées suivant une spire phyllotaxique unique, avec divergence $^2/_5$.

Il y a donc deux foliaisons bien distinctes : la première comprenant les feuilles végétatives qui apparaissent sur les rhizomes stériles en même temps que les feuilles végétatives et les hampes florales sur les rhizomes fertiles, la seconde qui commence quelques semaines plus tard, après la floraison, et comprenant les feuilles végétatives développées sur la partie sympodique des rhizomes fertiles seulement.

(¹) Il s'agit toujours, dans les plantes vivaces, du mode de végétation de la plante adulte, pour la formation des pousses annuelles ou plurannuelles.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Un bourrelet annulaire de 360° se forme près du sommet végétatif du rhizome. En grandissant, ce bourrelet s'épaissit et devient un petit manchon fendu le long d'une de ses génératrices : c'est la *feuille primordiale.*

Dans la région supérieure de la feuille primordiale, l'activité du cloisonnement se localise de bonne heure :

1° Sur le bord antérieur, en un point médian (fig. 50), puis en deux points latéraux situés de part et d'autre du premier (fig. 51). Ces trois points végétatifs primaires se développent en trois mamelons qui représentent le premier stade du jeune limbe. Ce dernier est donc triacrone ;

2° Sur les bords latéraux, de façon à donner naissance à deux expansions arrondies, membraneuses, qui grandissent rapidement, se recouvrent l'une l'autre par leurs bords et cachent ainsi le sommet de la tige (fig. 52). Ces deux dépendances latérales de la gaine sont les *auricules.* Comme chez l'*Adonis,* elles naissent sur la feuille primordiale dont elles sont des dépendances au même titre que les segments primaires du limbe.

Elles atteignent leur état adulte dans le bourgeon même, bien avant le limbe, et quand la feuille est sortie de terre au printemps, elles ne subsistent plus que sous forme d'auricules arrondies (fig. 55), qualifiées ordinairement d'*écailleuses.* Jamais elles ne sont vascularisées.

Pendant ce développement des auricules, les trois mamelons primaires ont grandi. En même temps, les points végétatifs secondaires apparaissent sur ces mamelons, d'abord sur les latéraux (fig. 52 et 53), puis sur le médian, de façon à donner lieu aux diverses découpures du limbe adulte. Dans chacun des trois segments primaires, les segments secondaires apparaissent en ordre acropète.

Toutes les divisions du limbe sont constituées quand l'étranglement pétiolaire apparait ; les trois rachis, qui sont ici des rachis primaires L M L, se forment ensuite simultanément. Le

pétiole est d'abord parallèle à l'axe du bourgeon, c'est-à-dire placé horizontalement dans le sol. Il se recourbe ensuite vers le haut (fig. 53). Puis, pendant la croissance intercalaire du pétiole, la courbure s'accentue et le limbe tourne son sommet vers le bas : nutation dans le plan médian. C'est toujours sur la face externe du pétiole que cette croissance intercalaire est plus active; la face interne du limbe s'applique donc contre la face interne du pétiole. Plus tard, au-dessus du sol, le pétiole se redresse et le limbe s'épanouit.

B. **Feuille adulte :**

1° CARACTÈRES EXTÉRIEURS. — La feuille adulte se compose donc :

D'une gaine dont l'insertion est réduite à 180°; elle est pourvue de deux auricules membraneuses, arrondies, se rejoignant à la face du pétiole (fig. 55) ;

D'un long pétiole presque demi-cylindrique et souvent canaliculé ;

D'un limbe composé triacorne à trois segments rachidés (fig. 56) : le médian trilobé, les latéraux profondément bifides; les lobes et les divisions sont plus ou moins incisés-dentés.

2° PARCOURS DES FAISCEAUX. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux :

L M L

ou plus souvent cinq faisceaux (fig. 57) :

L *i* M *i* L.

Dans le premier cas, un *i* apparaît tout à la base se détachant des L. Ceux-ci fournissent ensuite deux *m* qui viennent, en pivotant quelque peu sur eux-mêmes, se placer à la face interne du pétiole. Là, ils se confondent assez souvent, dans le plan médian de la feuille, en un seul faisceau *opposé* au M, et que l'on pourrait désigner par la lettre O (fig. 58) ([1]).

D'autres faisceaux intermédiaires, *i'*, *i''*,... et marginaux *m'*,

([1]) Voir la note VIII, à la fin de la première partie.

m″,... se détachent d'une façon variable et irrégulière des faisceaux M L *i* O, et la coupe typique du pétiole peut se représenter par la formule :

$$m' \; L \; i' \; i \; i' \; M \; i' \; i \; i' \; L \; m' \; O,$$

ou bien, si l'on a affaire à un échantillon plus vigoureux (fig. 59) :

$$m \; m' \; m'' \; L \; i'' \; i' \; i \; i' \; i'' \; M \; i'' \; i' \; i \; i' \; i'' \; L \; m'' \; m' \; m,$$

le faisceau O n'existe pas toujours.

Dans toute la longueur du pétiole tous ces faisceaux, disposés sur deux arcs, l'un externe, l'autre interne, échangent entre eux des anastomoses obliques très nombreuses, qui traversent même dans tous les sens tout le *Tfi* du pétiole. Il en résulte donc qu'une coupe transversale, à un niveau quelconque, rencontre un certain nombre (3 à 8) de *faisceaux centraux*, variablement orientés (fig. 59). Ces faisceaux centraux, éparpillés sans aucun ordre, peuvent aussi s'anastomoser entre eux. Ils proviennent des intermédiaires, des marginaux ou des centraux eux-mêmes.

Dans le haut du pétiole, on observe une bifurcation des L, (fig. 60) et une trifurcation du M (fig. 57 et 61). Puis la branche principale du M passe dans le segment médian et la branche principale du L dans le segment latéral; celle-ci s'est renforcée d'une branche du médian et de la majeure partie des intermédiaires, comme le montrent les figures 57 et 61. Les autres faisceaux, c'est-à-dire les intermédiaires, *pro parte*, les marginaux et les centraux, s'anastomosent en un réseau très compliqué, formant une voûte anastomotique de laquelle naissent les autres faisceaux des segments foliaires; cette voûte est représentée par les bandes hachurées des figures 57, 61 et 62.

Outre le faisceau M, le segment médian reçoit deux faisceaux, parfois quatre, provenant de la voûte anastomotique (fig. 61 et 62).

Au sommet du rachis médian, le M se trifurque (fig. 57), et chacune des divisions se rend au sommet des lobes principaux.

Le segment latéral, outre le faisceau L et la branche qu'il a produite, reçoit trois faisceaux de la voûte anastomotique (fig. 62). Puis le L se bifurque à nouveau pour envoyer une branche à

chacune des deux divisions du segment L, comme l'indique la figure 57.

Si le pétiole est très vigoureux, le limbe est souvent quiné, comme le fait remarquer Kickx ([1]). Dans ce cas, cette dernière bifurcation du L a lieu très près de la voûte anastomotique et le segment latéral est fendu jusqu'à sa base. Cette « hypertrophie » dépend donc simplement du niveau où a lieu la bifurcation.

D'ailleurs, dans un pétiole très vigoureux, l'organisation générale est la même que celle qui vient d'être décrite; de légères modifications peuvent néanmoins se présenter. Ainsi la branche latérale du M peut passer avec quelques intermédiaires au-dessus de la voûte anastomotique sans contracter pour cela aucune soudure avec cette dernière.

3° Histologie :

a) *Pétiole*. Le faisceau M, au milieu du pétiole, comprend (fig. 63) B_1, B_2, C*b* en couche arquée ([2]), L_2 et L_1 en massif arrondi, enfin, un arc extralibérien de fibres sclérifiées ([3]).

Les autres faisceaux ont un facies analogue. Par ordre d'importance, il faut noter M, L, *i*, O, les marginaux, les intermédiaires de divers ordres ; enfin, les centraux. Ceux-ci n'ont qu'un petit nombre d'éléments ligneux, parfois un seul (fig. 64); mais le liber y est bien représenté ; jamais de sclérenchyme. Parfois aussi certains faisceaux centraux ne se composent que de cellules longues et étroites, non différenciées.

Le *Tf* est constitué par des cellules cylindriques à parois minces. Pas de cavité centrale dans le *Tf* interne.

Le sclérenchyme n'existe que dans la région aérienne du pétiole; il disparaît sous la base du limbe, parfois à plusieurs centimètres de la voûte anastomotique.

([1]) J. Kickx, *Les Renonculacées du littoral belge*. (Bulletin de la Soc. bot. de Belgique, 1865, t. IV, p. 204.)

([2]) Cette couche cambiale n'est pas arquée à tous les niveaux ; elle peut être droite, notamment au sommet du pétiole.

([3]) Je réserve le point de savoir s'il faut rattacher ces fibres sclérifiées au faisceau ou au tissu fondamental.

Le collenchyme est répandu dans l'assise hypodermique, et en massifs le long des trois arêtes du pétiole, c'est-à-dire entre l'hypoderme, d'une part, et les faisceaux LML, d'autre part. Il diminue d'importance quand le sclérenchyme disparaît, notamment à la base du limbe, sauf toutefois dans l'hypoderme, où il persiste, même dans les rachis.

L'épiderme du pétiole est formé de cellules prismatiques allongées, souvent hexagonales sur leur face extérieure. Dans le bas du pétiole, toutes ces cellules ont des parois minces; ailleurs elles ont leur paroi extérieure épaissie et cutinisée.

Des stomates et des poils.

b) *Gaine*. La gaine n'offre aucun caractère histologique spécial : elle ne contient pas de faisceaux dans ses régions latérales.

c) *Limbe*. Il possède un mésophylle bifacial (fig. 65). Le parenchyme palissadique est unisérié, à palissades oblongues, cylindriques, environ deux fois plus longues que larges, ou rameuses et isodiamétriques, occupant à peu près le quart de l'épaisseur du limbe. Le parenchyme spongieux est à cellules très ramifiées, vues de face sous l'épiderme externe (fig. 67).

Les cellules épidermiques sont très sinueuses : leur paroi externe est faiblement cutinisée, sauf sur les bords du limbe.

Stomates saillants, de la forme renonculacée ordinaire; ils n'existent qu'à la face externe (fig. 66).

Les poils sont toujours unicellulaires et persistants. Il y en a de trois formes distinctes :

a) Poils *cylindriques*, effilés, à membrane épaisse (fig. 66), sur le pétiole, les deux faces du limbe, surtout à la face externe. Les cellules épidermiques qui entourent la base du poil sont quelque peu différentes des autres et, sur les nervures, elles se soulèvent même au-dessus du niveau de l'épiderme comme pour former au poil une sorte de piédestal (fig. 68). Ces poils sont visibles à l'œil nu;

b) Poils *claviformes*, courts, à membranes minces (fig. 66). Sur le pétiole, surtout dans sa région supérieure, et à la face externe du limbe. Les cellules épidermiques qui les entourent

à la base sont parfaitement identiques aux autres; ils sont invisibles à l'œil nu;

c) Poils *coniques*, courts, à membrane très épaisse (fig. 69), localisés sur les bords du limbe ([1]).

INVOLUCRE BRACTÉAL OU CALICULE.

Son aspect extérieur présente beaucoup d'analogie avec les trois segments d'une feuille végétative.

Il importe de rechercher ici la valeur morphologique de cet involucre, de savoir, en d'autres termes, s'il est formé par trois feuilles à l'état de bractées, ou bien par une seule feuille sessile dont le limbe est constitué par trois segments : un médian et deux latéraux. L'examen attentif des formes extérieures nous permet déjà de nous assurer de l'existence d'un seul plan de symétrie passant par le milieu d'un segment, qui est médian, et laissant à droite et à gauche les deux autres segments, qui sont donc latéraux et qui diffèrent sensiblement du premier ([2]). Nous allons d'ailleurs rechercher les raisons qui militent en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse.

La morphologie interne du calicule adulte ne permet pas de tirer de conclusion relative à l'insertion des faisceaux involucraux sur ceux de la hampe florifère. Nous voyons, en effet, de nombreuses anastomoses (fig. 70) échangées entre ces faisceaux

([1]) Le passage suivant de Kickx (*loc. cit.*) ne laisse aucun doute sur l'opinion de l'auteur relative à la valeur morphologique des feuilles végétatives : « Ces prétendues feuilles radicales, écrit-il page 203, ne nous » paraissent être que des feuilles semblables aux autres (il fait allusion » aux bractées involucrales), mais appartenant à des hampes stériles. Ce » qu'on appelle pétiole, chez elles, est en réalité une hampe, et les vrais » pétioles y occupent la base du limbe. Si ces feuilles radicales, comme on » les nomme, sont souvent quinées au lieu d'être ternées, cette hypertrophie » est la conséquence de l'avortement de la fleur. »

L'exposé qui vient d'être fait de l'anatomie de ces organes prouve, au contraire, qu'elles sont véritablement des feuilles pétiolées.

([2]) Le plan de symétrie unique devient encore plus manifeste chez certaines autres espèces d'Anémone.

avant leur sortie dans l'étui involucral. Mais dans les bourgeons à fleur, en novembre, c'est-à-dire avant leur éclosion, on remarque que le jeune pédicelle floral et la base concrescente de l'involucre forment un ensemble à section hexagonale (fig. 71). Aux angles de l'hexagone se détachent six faisceaux dont trois plus gros alternant avec trois plus petits. Les trois premiers se trifurquent aussitôt dans le *Tfe.* de la hampe; les trois autres se bifurquent. A un niveau quelque peu supérieur, on a donc quinze faisceaux (fig. 72). Ce n'est que plus tard que ces faisceaux deviennent plus nombreux encore et s'anastomosent entre eux.

Dans la première hypothèse, — trois bractées, — les figures 71 et 72 doivent s'interpréter comme suit : chaque bractée (fig. 73) reçoit ordinairement cinq faisceaux

m L M L *m*.

A ce stade, elles sont assez sensiblement identiques entre elles. La feuille végétative, comme nous l'avons vu plus haut, reçoit :

L *i* M *i* L.

Dans la deuxième hypothèse, — une feuille bractéale à trois segments, — la formule d'insertion devient (fig. 71)

L *i* M *i* L O,

ce qui nous rapproche davantage de celle de la feuille végétative. De plus, le parcours dans la bractée involucrale se rapproche beaucoup du parcours décrit au sommet du pétiole de la feuille végétative (fig. 57) : trifurcation du M, double bifurcation ou trifurcation à deux niveaux des L, bifurcation des *i* et du faisceau O, ce dernier ayant d'ailleurs une origine double. De plus, les anastomoses à la base de l'involucre sont l'équivalent de la voûte anastomotique du sommet du pétiole (fig. 61).

Si nous faisons une section dans la base de la feuille bractéale, au niveau où les trois pétiolules deviennent libres (fig. 74), nous constatons non seulement un plan de symétrie, un rachis M et deux rachis L, mais nous pouvons remarquer en outre que ces deux derniers renferment plus de faisceaux que le rachis M, exactement comme dans les feuilles végétatives.

L'angle phyllotaxique, deux cinquièmes sur le rhizome, serait, si l'on admet la première hypothèse, brusquement réduit à un tiers sur la hampe, et tous les appendices, alternes sur le rhizome, seraient brusquement verticillés. Tandis que dans l'hypothèse d'une seule feuille involucrale, il n'est pas impossible que le segment M de la bractée fasse un angle de deux cinquièmes avec la feuille précédente.

La présence accidentelle de plusieurs bourgeons ne doit pas non plus faire rejeter l'hypothèse de la bractée unique, car il n'est pas rare de rencontrer plusieurs bourgeons dans l'aisselle d'une même feuille. M. de Schoenefeld a signalé (1) un cas tératologique constitué par un involucre à quatre segments au lieu de trois et deux fleurs au lieu d'une; c'est de l'aisselle du segment surnuméraire que partait le second pédoncule.

En outre, si nous examinons ce qui se passe chez les autres Renonculacées, nous voyons généralement s'effectuer le passage de la feuille végétative à la feuille bractéale, par réduction du pétiole, ce qui est le cas ici : la bractée est devenue sessile et l'on peut considérer comme gaine l'étui complet embrassant la hampe et formé par la base concrescente des trois rachis.

Enfin, plusieurs Renonculacées présentent, dans leur feuille végétative principale, une relation évidente entre la cylindricité du pétiole et la disposition rayonnante des segments foliaires. Ainsi, l'*Eranthis hiemalis*, le *Trollius europaeus*, l'*Aquilegia vulgaris* ont un pétiole cylindrique, les faisceaux y sont disposés en cercle comme dans la hampe florale de l'Anémone; de plus, leurs segments foliaires s'équilibrent en rayonnant au sommet du pétiole. C'est ainsi que l'*Aquilegia vulgaris*, comme on le verra plus loin, possède deux segments L semblables au segment M, et distancés d'axe en axe par une ouverture de 120°. Chez *Anemone nemorosa* existe un phénomène analogue : tout en conservant certains caractères ataviques (segments L plus importants que le M, segments L recevant plus de faisceaux que le M, etc.), les trois segments de la bractée ont néanmoins une

(1) Cfr. Bulletin de la Soc. bot. de France, t. VI, p. 290.

tendance très marquée à prendre une importance équivalente et à se disposer en rayonnant sur la hampe florale, cylindrique et verticale.

Pour ces raisons, je suis donc porté à me rallier à la seconde hypothèse et à considérer l'involucre ou calicule des Anémones comme constitué par une seule bractée.

Quant aux caractères histologiques, ils sont les mêmes que ceux de la feuille végétative.

FEUILLES SOUTERRAINES.

Examinées à l'état jeune, à l'extrémité d'un rhizome en voie de développement pendant l'été, elles rappellent beaucoup par leur forme le stade (fig. 51) de la feuille végétative. C'est un petit manchon trimamelonné de 360°, fendu en face du mamelon médian. Par la croissance et le grossissement de la tige, la gaine s'étire transversalement et reste appliquée contre le rhizome, le plus souvent dans une direction oblique; dès lors, les deux bords ne sont plus contigus et l'angle d'insertion est d'environ 180°.

A l'état adulte, la feuille se compose d'une gaine en forme de croissant (fig. 75), au moins huit fois plus large que haute, portant un petit limbe à trois lobes entiers, à peine visible à l'œil nu.

La feuille souterraine reçoit du rhizome un seul faisceau. Le mésophylle est homogène, à cellules polyédriques et membranes minces, sans méats. Plus tard ce mésophylle finit par se dessécher, les cellules brunissent, les deux épidermes se rapprochent. Dans cet état, les feuilles souterraines sont plus connues sous le nom d'écailles [1].

[1] Je pense qu'en systématique on a fort abusé de ce mot *écaille*, car il sert souvent à désigner des organes de valeur morphologique tout à fait différente et dont les caractères communs sont leur forme écailleuse et le fait qu'ils sont desséchés au moment où on les considère.

FEUILLES PÉRULAIRES.

On recherchera la préfeuille, en automne, à la base du bourgeon axillaire de la feuille pérulaire inférieure [1] ou à la base des rameaux latéraux qui prennent naissance à l'aisselle des feuilles souterraines.

Elle a la forme d'un petit capuchon avec une large gaine dont les deux bords se recouvrent l'un l'autre (fig. 78). Elle ne reçoit qu'un seul faisceau.

Outre la préfeuille, on trouve presque toujours deux feuilles pérulaires, protégeant, pendant les mois d'automne, les feuilles végétatives ou la jeune hampe florale.

Elles se distinguent des feuilles souterraines par un plus grand développement. Toujours blanches, décolorées, elles sont plus largement auriculées : l'inférieure porte un limbe très rudimentaire à peine distinct et deux larges auricules arrondies (fig. 76); la supérieure a un petit limbe trimamelonné, brièvement pétiolé et une gaine aussi largement auriculée (fig. 77).

La première reçoit un faisceau ; la seconde en reçoit trois qui vont en s'arquant se réunir à la base du court pétiole.

L'histologie ne présente rien de particulier. L'épiderme à cellules allongées ne porte pas de poils, mais il y a quelques stomates.

GENRE *ANEMONE*.

Les recherches ont porté sur : *A. apennina* L.; *A. coronaria* L.; *A. fulgens* J. Gay (var. de *A. pavonina* DC.); *A. hortensis* L.; *A. japonica* S. et Z.; *A. nemorosa* L.; *A. pratensis* L.; *A. Pulsatilla* L.; *A. ranunculoides* L.; *A. stellata* Lam.; *A. sylvestris* L.; *A. virginiana* L.

[1] Le bourgeon axillaire de la feuille pérulaire supérieure commence par une feuille végétative ordinaire.

Caractères extérieurs. — Toutes ces espèces possèdent des feuilles végétatives complètes.

La gaine a toujours une insertion de 360°, au moins à l'état jeune. Elle affecte deux formes bien distinctes : elle est tantôt petite et auriculée (*A. apennina, coronaria, fulgens, hortensis* [pl. IV, fig. 79], *nemorosa* [pl. III, fig. 55], *ranunculoides, stellata*), tantôt elle est allongée, élargie, aplatie sur ses bords ; elle est dite alors *ailée* (*A. pratensis, Pulsatilla, sylvestris* [pl. IV, fig. 80], *virginiana*). Chez *A. japonica*, les ailes sont quelque peu auriculées (fig. 81).

Le limbe est triacrone. Les trois segments sont subsessiles, *A. sylvestris*, etc., ou rachidés. Les rachis sont :

égaux et très courts : *A. ranunculoïdes*, etc.
égaux et distincts : *A. nemorosa*, etc.
inégaux et longs : *A. japonica*, etc.

La plupart de ces Anémones sont dites à feuilles palmées. Mais la prédominance du rachis médian nous conduit à la forme pennée. Dès lors, ce rachis M porte des segments secondaires presque aussi développés (fig. 82, *A. Pulsatilla*) et même plus développés que le segment latéral (fig. 83, *A. pratensis*). Toutes les formes de transition existent.

Parcours. — Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est assez variable suivant les espèces. En général, quand la gaine est auriculée, trois (L M L), beaucoup plus rarement cinq faisceaux (L *i* M *i* L) passent dans la feuille. Quand la gaine est ailée, ce nombre augmente et n'est pas toujours constant dans la même espèce : il dépend de l'importance du pétiole et du limbe. Ainsi l'on observe :

A. sylvestris : *m* L *i* M *i* L *m* ;
A. virginiana : *m* L *i'* *i* *i'* M *i'* *i* *i'* L *m* ;
A. japonica : de vingt et un à vingt-cinq faisceaux.

Dans la gaine, le parcours de ces faisceaux a lieu suivant deux modes différents. Chez les espèces à gaine auriculée, il est

identique à celui qui a été décrit pour *Anemone nemorosa :* les marginaux sont fournis exclusivement par les faisceaux L et se rangent à la face interne de la gaine et du pétiole, à la suite d'un pivotement d'environ 90°. Chez les espèces à gaine ailée, au contraire, les faisceaux médian, intermédiaires, latéraux et marginaux, rangés sur un seul arc externe (fig. 84), subissent dans la région inférieure de la gaine une sorte de dédoublement : il s'en détache des faisceaux à orientation inverse qui, après une torsion de 180°, viennent occuper la région interne du pétiole (fig. 85) Chez *A. japonica,* les marginaux extrêmes vont se terminer en pointe libre dans l'auricule qui est ainsi vascularisée.

Dans le pétiole, les faisceaux médian, intermédiaires et latéraux sont disposés sur un arc externe à forte courbure et les autres sur un arc interne à faible courbure ; tels sont les pétioles d'*A. hortensis* (fig. 86) ; d'*A. coronaria* (fig. 87) ; d'*A. virginiana* (fig. 88) ; d'*A. sylvestris* (fig. 89) ; d'*A. Pulsatilla* (fig. 90) ; d'*A. pratensis* (fig. 91). Chez *A. japonica* (fig. 92), les faisceaux principaux sont régulièrement disposés vers l'axe du pétiole.

Dans toute la longueur du pétiole, ces faisceaux échangent entre eux des anastomoses obliques qui ne traversent jamais le *Tfi.* comme chez *A. nemorosa.*

A la base du limbe, la voûte anastomotique qui, dans l'*A. nemorosa,* occupe le *Tfi.*, ne se retrouve plus chez aucune autre espèce.

Deux modes de parcours bien distincts peuvent se caractériser à ce niveau.

Premièrement, chez la plupart des espèces (feuilles palmées), il y a trifurcation du faisceau M : la branche médiane constitue toujours le faisceau principal du segment M, la branche latérale va, en s'arquant, s'anastomoser tantôt avec le faisceau *i* (fig. 93), *A. hortensis,* etc., et (fig. 94) *A. sylvestris,* etc., tantôt avec le faisceau L (fig. 95). *A. coronaria,* etc. Le faisceau L, renforcé ou non, s'engage dans le segment L dont il constitue toujours le faisceau le plus important. Les marginaux vont aussi dans le segment L; parfois ceux de la face interne forment, avec les intermédiaires de la face externe, deux arcs anastomotiques (fig. 97),

A. virginiana, etc., traversant le *Tfi.* et servant d'insertion à certains faisceaux des rachis L, M, L. Le faisceau O, quand il existe, se dédouble toujours à la base du limbe (*A. ranunculoides*), et ses deux branches accompagnent les marginaux dans les rachis L.

Secondement, il n'y a pas de trifurcation du faisceau M (feuilles pennées : *A. Pulsatilla* et *pratensis*). Sans contracter aucune anastomose, les faisceaux M, O et quelques intermédiaires passent directement dans le rachis M (fig. 96). Le faisceau L et un nombre variable d'intermédiaires et de marginaux passent aussi directement dans le rachis L.

Enfin, chez *A. japonica*, le mode de parcours est spécial. On observe trifurcation du M et bifurcation du L (fig. 98, 99, 100). Une branche de ce dernier, renforcée de la branche latérale du M, se rend dans le segment L; l'autre branche va renforcer un intermédiaire qui formera, à un niveau plus élevé, avec un petit groupe de faisceaux voisins, une petite arcade sur laquelle s'insèrent divers faisceaux des trois rachis.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole.* Dans les faisceaux, à tous les niveaux, la zone cambiale est toujours arquée avec convexité interne.

Dans le *Tf*, il existe presque toujours une cavité centrale. On ne la rencontre jamais chez *A. japonica* et *nemorosa*; elle peut manquer chez les espèces où les éléments sclérifiés sont, le plus souvent, peu nombreux, telles sont : *A. coronaria*, *fulgens*, *apennina*, etc. Au sommet du pétiole cette cavité disparait, mais elle persiste chez *A. Pulsatilla* et *pratensis*.

Le sclérenchyme existe toujours sous forme de petits massifs fibreux adossés au liber des faisceaux. Je n'en ai jamais rencontré à la pointe interne du bois. Parfois ces massifs extralibériens sont réunis par des ponts sclérifiés interfasciculaires : le pétiole est alors entièrement entouré d'un étui sclérenchymateux (*A. sylvestris*, fig. 89, *A. Pulsatilla*, fig. 90, *A. japonica*, fig. 92). Quand le sclérenchyme est ainsi abondant dans le pétiole, on le trouve aussi dans la gaine, mais alors sous forme d'un petit étui complet autour de chaque faisceau (*A. pulsatilla*, fig. 85). Chez

A. japonica, ce petit étui sclérenchymateux subsiste dans toute la longueur du pétiole, autour des faisceaux qui sont éparpillés dans le *Tfi*. Au sommet du pétiole le sclérenchyme disparaît toujours avant la dispersion des faisceaux dans le limbe. Exception est faite, toutefois, pour *A. Pulsatilla* et *pratensis*, où le sclérenchyme subsiste au moins partiellement.

Le collenchyme est fort peu répandu. Il fait souvent défaut ou est localisé dans l'hypoderme, très rarement dans les quelques assises du *Tfe*. sous-jacentes.

Une assise à plissements a été observée chez *A. hortensis* et *stellata* autour de chaque faisceau; elle passe entre le liber et le massif de fibres sclérifiées.

b) *Limbe*. Le mésophylle est toujours nettement bifacial. Le parenchyme palissadique est unisérié, bisérié chez *A. japonica* (fig. 101). Les palissades sont le plus souvent très courtes, même isodiamétriques et plus ou moins serrées les unes contre les autres, très fréquemment rameuses, irrégulières ou en forme d'H (*A. coronaria*, fig. 103, *A. hortensis*, fig. 104, etc.). Parfois aussi elles sont plus allongées, deux à trois fois plus longues que larges, aussi rameuses ou en H, mais laissant alors entre elles des méats très étroits (*A. apennina, sylvestris*, etc.). Les *A. Pulsatilla* (fig. 102) et *pratensis* ont des palissades allongées, tibiaeformes, séparées par des méats très distincts. Chez ces dernières espèces, le parenchyme spongieux est à petites cellules et très dense; partout ailleurs les cellules sont ramifiées et le tissu peu serré.

L'épiderme du limbe est généralement équifacial ou subéquifacial à cellules sinueuses; les sinuosités sont très souvent moins prononcées à la face interne, où les cellules peuvent même devenir subpolyédriques (*A. fulgens*).

Les stomates sont toujours quelque peu saillants. Vus de face, on peut toujours observer les sinuosités des cellules péristomatiques pénétrer plus ou moins profondément sous les cellules stomatiques.

Ordinairement, ils n'existent qu'à la face externe; parfois on en trouve un très petit nombre à la face interne (*A. coro-*

naria, fulgens, japonica) ; chez *A. Pulsatilla* et *pratensis*, ils sont presque aussi nombreux aux deux faces.

Les poils sont toujours unicellulaires et la grande majorité persistants. Le polymorphisme pilaire est la règle. Chez certaines espèces les poils sont dimorphes : les uns sont cylindriques, effilés, plus au moins allongés, à membrane épaisse; les autres sont claviformes, courts, à membrane mince. Chez les autres espèces (*A. coronaria, fulgens, hortensis, japonica, nemorosa, pratensis, Pulsatilla, stellata*), on observe, en outre, une troisième sorte de poils : ce sont des poils coniques, courts, raides, à membrane souvent très épaisse.

Les poils cylindriques sont toujours et de beaucoup les plus répandus, surtout chez *A. pratensis, Pulsatilla, sylvestris*, etc.

Les poils claviformes existent surtout sur le pétiole et la face interne du limbe. Ils sont parfois rares : *A. fulgens, ranunculoides*, etc.; mais aussi ils peuvent être répandus partout à profusion : certaines variétés ou formes d'*A. sylvestris*.

Les poils coniques sont très souvent localisés sur les bords du limbe (fig. 105), *A. hortensis*.

Enfin, les cellules épidermiques qui entourent la base des poils cylindriques sont parfois soulevées de façon à former une sorte de piédestal *A. apennina, virginiana, sylvestris* (fig. 106), etc.

Les cristaux d'oxalate de chaux, forme d'oursin, ont été observés très nombreux dans le *Tf.* de la gaine d'*A. japonica*.

Observation. — Il résulte de ce qui précède, que le type triacrone pur, bien représenté par les feuilles végétatives d'*A. hortensis, nemorosa*, etc., est caractérisé :

1° Par la présence de trois points végétatifs primaires sur la gaine primordiale;

2° Par la divergence des trois faisceaux principaux L, M, L, dans chacun des trois segments du limbe adulte.

A la base du limbe de ces feuilles, dites ordinairement palmées ou palminerves, existe un « nœud » caractérisé par la trifurcation du faisceau principal M, par les anastomoses plus ou

moins nombreuses des branches qui en dérivent avec les faisceaux voisins, par la disparition complète du sclérenchyme, enfin, par une interruption de la cavité centrale dans le *Tfi.* du pétiole.

Chez les *A. Pulsatilla* et *pratensis* (*Pulsatilla vulgaris* Miller; *Pulsatilla pratensis* Miller), espèces à feuilles dites ordinairement pennées ou penninerves, aucun de ces caractères n'existe : pas de trifurcation du M, pas d'arcs anastomotiques, persistance tout au moins partielle des éléments sclérifiés et continuation sans interruption de la cavité centrale du pétiole dans le rachis médian.

Néanmoins, ces dernières espèces nous montrent (fig. 96), comme les Anémones à feuilles palmées, la divergence des faisceaux L à la base du limbe. Les faisceaux L des Pulsatilles se rendent ainsi, avec quelques autres faisceaux, dans des segments qui doivent être considérés comme les homologues des segments L dans les Anémones à feuilles palmées et qui ont, pour cette raison, la valeur d'un segment primaire : segments L et rachis L (fig. 82 et 83). Quant aux autres segments de la feuille des Pulsatilles, les segments secondaires du rachis M (*α*, *β*, *γ*, *δ*), ils sont insérés avec réparation, sur les faisceaux intermédiaires, comme les segments secondaires de la feuille d'*Adonis autumnalis* (pl. I, fig. 2) le sont sur le faisceau L [1].

Les feuilles pennées des Pulsatilles qui se présentent avec l'allure extérieure de feuilles de Garidelle, s'en éloignent cependant beaucoup par leur structure anatomique. Nous pouvons néanmoins les considérer comme faisant la transition entre le type triacrone parfait des Anémones palmées et le type monocrone des Garidelles et Nigelles.

[1] Faute de matériaux suffisants, je n'ai pu faire convenablement l'organogénie des feuilles des Pulsatilles. Je suis néanmoins porté à croire que leurs segments L se développent aux dépens de points végétatifs secondaires, au même titre que les segments secondaires du rachis M. Ce serait donc bien ici de vrais types de transition.

Voici un tableau dichotomique où sont groupés synoptiquement les caractères distinctifs des espèces d'Anémones dont il vient d'être question :

1. Trifurcation du faisceau M à la base du limbe; les marginaux et le faisceau O, quand il existe, se rendent dans le segment L. (Anémones à feuilles palmées ou subpalmées.)
Poils de deux ou trois formes.
Segments du limbe sessiles ou rachidés.

2. Des faisceaux dans le *Tfi.* du pétiole; jamais de cavité centrale dans ce *Tf.*

3. Faisceaux principaux vers la périphérie du pétiole; sclérenchyme extralibérien seulement.
Parenchyme palissadique unisérié.
Gaine courte, auriculée, à auricules non vascularisées.
Pas de cristaux dans la gaine. **A. nemorosa** L.

3. Faisceaux principaux vers le centre du pétiole; un étui de fibres sclérifiées autour de chaque faisceau ainsi qu'à la périphérie du pétiole.
Parenchyme palissadique bisérié.
Gaine longue, ailée, avec petites auricules vascularisées.
Des cristaux en oursin dans la gaine. **A. japonica** S. et Z.

2. Pas de faisceaux dans le *Tfi.* du pétiole; une cavité centrale ou non.

3. Gaine courte, auriculée.

4. Trois sortes de poils : claviformes, cylindriques et coniques ou cylindro-coniques.

5. Poils cylindro-coniques sur la face interne du limbe, rares sur les bords.
Des stomates à la face interne.
Segments du limbe inégalement rachidés. **A. coronaria** L.

5. Poils coniques localisés sur deux files sur les bords du limbe.
Des stomates ou non à la face interne.
Segments du limbe sessiles ou à peine rachidés.

6. Massifs sclérifiés extralibériens adhérents au liber dans le pétiole.
Parenchyme palissadique subbisérié.
Épiderme bifacial.
Quelques stomates à la face interne. **A. fulgens** J. Gay.

6. Une assise à plissements entre le liber et les fibres sclérifiées.
Parenchyme palissadique unisérié.
Épiderme équifacial.
Pas de stomates à la face interne.
A. hortensis L. ou **A. stellata** Lam. (1).

4. Deux sortes de poils : claviformes et cylindriques.

5. Segments du limbe sessiles ou subsessiles.
Souvent un seul faisceau intermédiaire dans le pétiole.
Cellules circumpilaires des poils cylindriques non soulevées en piédestal. **A. ranunculoides** L.

5. Segments du limbe rachidés.
Plusieurs intermédiaires dans le pétiole.
Cellules circumpilaires des poils cylindriques soulevées en piédestal. **A. apennina** L.

3. Gaine longue, ailée, jamais d'auricules.

4. Sclérenchyme très abondant : des ponts interfasciculaires d'éléments sclérifiés dans le pétiole; des étuis sclérenchymateux autour de chaque faisceau dans la gaine. **A. sylvestris** L.

4. Sclérenchyme peu abondant : des ponts interfasciculaires peu développés ou nuls; pas d'étuis sclérenchymateux dans la gaine.
A. virginiana L.

1. Jamais de trifurcation du M à la base du limbe; le faisceau 0 se rend directement dans le segment M. (Anémones à feuilles pennées).
Toujours trois sortes de poils.
Segments du limbe très inégalement rachidés.

2. Des ponts interfasciculaires d'éléments sclérifiés dans le pétiole.
A. Pulsatilla L.

2. Pas de ponts interfasciculaires. **A. pratensis** L.

(1) L'*A. stellata* Lam. est considéré par plusieurs auteurs comme une variété de l'*A. hortensis* L. De Candolle, dans le *Prodrome*, considère l'*A. stellata* Lam. comme synonyme de l'*A. hortensis* L.

Pour vérification des caractères anatomiques, choisir plusieurs coupes appartenant à divers pétioles et prises dans la région aérienne à structure constante, pétioles bien adultes, provenant de feuilles végétatives les plus parfaites et développées dans des conditions normales. En général, il faut attribuer plus d'importance, par le fait même de leur constance, aux caractères tirés de la gaine et du pétiole, qu'à ceux tirés du mésophylle.

GENRE *HEPATICA*.

H. triloba Chaix (*Anemone Hepatica* L.).

Gaine auriculée rappelant celle de l'*A. nemorosa*; pétiole subcylindrique; limbe simple triacrone, à trois segments entiers, confluents dans leur moitié inférieure (limbe trilobé).

PARCOURS. — La feuille reçoit trois faisceaux L M L.

Dans la gaine, formation d'un faisceau O par pivotement comme dans les Anémones auriculées.

Formule du pétiole : O L *i* M *i* L (fig. 107).

A la base du limbe, trifurcation du M dont les branches latérales vont renforcer les faisceaux L. Le faisceau O s'y dédouble et chacune de ses branches couvre de ses ramifications les bords inférieurs des segments latéraux.

HISTOLOGIE. — Dans le pétiole, du sclérenchyme en étui (fig. 107) adossé au liber des faisceaux. Cavité centrale dans le *Tf*.

Mésophylle presque homogène (fig. 108); les cellules qui se trouvent sous l'épiderme interne sont isodiamétriques, même aplaties, parfois irrégulières, et ne méritent guère le nom de palissades; elles ne sont pas rameuses.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses.

Stomates sur les deux faces, saillants comme chez les Anémones. Poils dimorphes comme chez les Anémones. Cellules circumpilaires non différentes des autres.

GENRE *ERANTHIS*.

E. hyemalis Salisb. (*Helleborus hyemalis* L.)

Gaine simple; pétiole cylindrique ou subcylindrique; limbe triacrone : les trois segments sont sessiles, les latéraux, beaucoup plus développés que le médian, sont profondément bifides, de sorte que l'ensemble simule cinq segments variablement lobés.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux L M L.

Formation des marginaux comme dans le genre précédent. Le plus souvent, dans la région supérieure du pétiole, il existe un faisceau O; la formule est alors (fig. 109) :

$$O\ m'\ L\ i'\ i\ i'\ M\ i'\ i\ i'\ L\ m'.$$

A la base du limbe, la branche latérale issue de la trifurcation du M et renforcée des intermédiaires, se rend en partie dans le segment médian, en partie dans le segment L (fig. 110). Les deux branches du L aboutissent au sommet de chacune des moitiés de ce segment. Quant aux marginaux, ils se comportent, ainsi que le faisceau O dédoublé, comme les branches de ce dernier chez *Hepatica triloba.*

Histologie. — Dans le pétiole, pas de sclérenchyme. Une assise à plissements qui n'est pas toujours aisément discernable à tous les niveaux, existe autour des faisceaux principaux. Ceux-ci ont une section transversale presque circulaire ou largement elliptique. Une grande cavité centrale dans le *Tf.*

Mésophylle bifacial. Palissades simples 4-5 fois plus longues que larges, avec larges méats entre elles.

Épiderme équifacial à cellules petites et sinueuses.

Stomates à peine saillants.

Poils, d'après Vesque, ayant la forme d'un petit bouton obovale; je n'en ai pas vu sur la feuille adulte.

GENRE *AQUILEGIA.*

A. vulgaris L.

Le limbe débute, dans la feuille primordiale, par trois mamelons primaires (fig. 112), qui portent bientôt chacun deux mamelons secondaires (fig. 113). C'est un exemple typique.

A l'état adulte, la feuille se compose d'une gaine ailée, un peu auriculée avec insertion de 360°, d'un pétiole cylindrique, d'un limbe triacrone à segments rachidés, chacun des trois rachis

primaires portant une paire de rachis secondaires; les neuf folioles sont variablement découpées.

Parcours. — La feuille reçoit de onze à quinze faisceaux :

m″ m′ m L *i′ i i′* M *i′ i i′* L *m m′ m″*.

En s'élevant dans la gaine leur nombre augmente (plus de 25); ils s'anastomosent beaucoup entre eux. Quand la gaine s'épaissit en son milieu, quelques faisceaux très petits apparaissent isolés au sein du *Tf.*, près de la face interne, sans être aucunement rattachés aux autres faisceaux par des éléments différenciés quelconques (fig. 114). Dans le haut de la gaine, quelques marginaux émettent des arcs transversaux qui viennent renforcer ces petits faisceaux (fig. 115), et qui serviront d'insertion aux marginaux de l'arc interne du pétiole; en même temps un ou deux d'entre eux vont se terminer en pointe libre dans les auricules.

Dans le pétiole on reconnait :

L *i′ i i′* M *i′ i i′* L

et un nombre variable de marginaux, tous en cercle (fig. 116).

A la base du limbe, aux cinq angles d'un pentagone, existent les faisceaux *m* L M L *m*. Le M et la plupart des intermédiaires passent directement dans le segment M. La branche principale des L bifurqués passe aussi directement dans le segment L avec quelques marginaux. Les autres forment une voûte anastomotique très complexe (fig. 117), de laquelle naissent divers petits faisceaux pour les trois rachis.

Les mêmes dispositions, mais simplifiées, se répètent sur les rachis L M L à l'insertion des rachis secondaires.

A la base des folioles, il y a trifurcation du faisceau principal et bifurcation des autres pour les diverses nervures.

Histologie. — Dans le pétiole, la zone cambiale des faisceaux est très arquée. Du sclérenchyme extralibérien avec ponts interfasciculaires forme étui complet autour du pétiole; pas de sclérenchyme intraligneux. Cavité centrale dans le *Tf.*

Dans la gaine, région inférieure, un étui sclérenchymateux existe autour de chaque faisceau. Les petits faisceaux isolés débu-

tent par quelques cellules libériennes, puis souvent une ou deux fibres sclérifiées, enfin, plus haut apparaissent les éléments ligneux toujours en très petit nombre.

Dans le limbe, mésophylle bifacial. Parenchyme palissadique bisérié formé de cellules non rameuses, occupant près de la moitié de l'épaisseur du limbe (fig. 118) (1).

Épiderme bifacial; cellules polyédrique à la face interne (fig. 120), sinueuses à la face externe (fig. 121). Toutes sont fortement cutinisées, ont leur paroi externe fortement bombée vers l'extérieur et, comme Vesque l'a déjà fait remarquer, cette convexité est soutenue au milieu par un épaississement plus considérable qui va en se perdant vers les côtés de la cellule (2).

Stomates comme chez les Anémones, nuls à la face interne.

Poils dimorphes; cylindriques et claviformes comme ceux des Anémones.

Cellules circumpilaires non différentes des autres.

(1) La structure du mésophylle décrite ici est celle que j'ai observée dans des plantes spontanées de diverses provenances, structure sensiblement constante dans toutes les feuilles examinées. J'ai en outre étudié le mésophylle de plusieurs échantillons étiquetés *A. vulgaris* dans les jardins botaniques (fig. 119). Dans ces échantillons la structure du mésophylle s'est montrée beaucoup plus variée : les modifications portent sur l'épaisseur du limbe, sur la dimension des cellules, sur le nombre des assises en palissades (deux ou trois), sur la grandeur des lacunes du parenchyme spongieux. Ces différences peuvent provenir de deux causes : des conditions nouvelles et plus ou moins variables dans lesquelles se trouvent les plantes à l'état de culture; des croisements possibles entre espèces affines et variétés horticoles qui, dans les jardins botaniques, sont rapprochées côte à côte. Il est d'ailleurs très difficile de déterminer exactement les espèces et les variétés se rapportant au genre *Aquilegia.* Il est probable que plusieurs plantes étiquetées *A. vulgaris* ne sont pas d'origine pure, surtout celles du commerce qui ont été soumises à des sélections. J'ai cru devoir m'en tenir aux individus récoltés à l'état spontané dont la détermination ne laisse prise à aucune erreur.

(2) Le même auteur signale sur la cuticule des cellules de la face externe, un dépôt de cire en granules.

REMARQUE. — J'ai examiné également les feuilles d'*Aquilegia alpina* L., d'*A. chrysantha* hort. et d'*A. Skinneri* Hook, sur des individus dont l'identité ne peut être scrupuleusement garantie.

Tout ce qui vient d'être dit de l'*A. vulgaris* concernant les caractères extérieurs, le parcours des faisceaux, la répartition du sclérenchyme, les caractères histologiques, s'applique en entier aux trois espèces ci-dessus.

Je dois toutefois faire remarquer que la particularité signalée par Vesque dans les cellules épidermiques se retrouve plus ou moins bien caractérisée. Quant au parcours, les petits faisceaux qui apparaissent isolément à la face interne de la gaine peuvent ne pas exister; j'avais déjà relevé cette absence dans des gaines de feuilles chétives appartenant à l'*A. vulgaris*. Enfin, au lieu d'émettre des arcs transversaux comme le représente la figure 115, les marginaux fournissent des faisceaux à la face interne par simple pivotement (fig. 122). Le fait principal à mettre en relief est que les feuilles d'Ancolies, bien qu'ayant une gaine ailée, ne forment leur système vasculaire de la face interne du pétiole que dans la région tout à fait supérieure de la gaine (fig. 115) ou même à la base du pétiole (fig. 122). En outre, ces faisceaux de la face interne se forment exclusivement aux dépens des marginaux, par pivotement ou par formation d'arcs transversaux. Les Ancolies diffèrent donc ainsi totalement des Anémones à gaine ailée.

GENRE *ACTAEA*.

A. spicata L.

Plante vivace, cespiteuse. Sur de gros rhizomes courts, obliques (pl. V, fig. 123), naissent des bourgeons fertiles et des bourgeons stériles.

Les uns donnent, au-dessus des feuilles pérulaires, ordinairement une seule feuille végétative, deux ou trois bractées à la base de l'inflorescence et des bractéoles à la base des pédicelles floraux.

Les autres donnent une grande feuille végétative au-dessus de laquelle le bourgeon avorte.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

Sur la feuille primordiale de la feuille végétative apparaissent nettement trois mamelons (fig. 124) qui constituent le premier stade du limbe; celui-ci est donc triacrone.

A l'état adulte, elle se compose d'une gaine de 360°, épaisse, peu ailée, avec deux petites auricules peu distinctes, d'un pétiole presque cylindrique, d'un limbe se composant de trois rachis primaires portant 4-5 paires de segments secondaires rachidés. Il peut exister des rachis de quatrième ordre. Les folioles sont larges, oblongues, dentées.

Parcours. — Vu l'extrême complication du parcours dans la feuille végétative de la pousse adulte, j'ai examiné d'abord le parcours de la *feuille 1* d'une plantule. Cette dernière est pétiolée avec un limbe à trois segments. Chaque segment se compose d'une foliole et d'un pétiolule.

Elle reçoit trois faisceaux (fig. 125) : L, M, L.

Les L fournissent un *i* et un *m*, et le pétiole est parcouru par

m L *i* M *i* L *m*

avec anastomoses obliques échangées dans tout le parcours.

Les figures 125 et 126 nous montrent ce qui se passe à la base du limbe : trifurcation du M, bifurcation des L, arcades presque transversales entre les branches des faisceaux M et L d'une part et entre les intermédiaires et marginaux d'autre part.

Chaque rachis primaire reçoit ainsi trois faisceaux.

La grande feuille adulte reçoit de la tige une trentaine de faisceaux au moins, dont treize principaux (fig. 127). Les autres, plus petits en nombre variable, sont placés en dehors des précédents.

Avant que la gaine soit détachée de la tige, commence la formation des faisceaux de l'arc interne par torsion de 180°, comme dans les Anémones à gaine ailée (fig. 128). Tous les faisceaux s'engagent dans le pétiole et ordinairement se placent peu à peu sur un seul cercle, sauf à la face interne, où quelques-uns

d'entre eux sont refoulés dans le *Tfi.* (fig. 129). Ils sont alors très nombreux.

A la base du limbe, la figure 130 donne une idée de la complexité des anastomoses qui s'y produisent. Néanmoins, en comparant cette figure avec la figure 126, on remarquera que le rachis médian reçoit, dans l'un et l'autre cas, le faisceau M avec une partie des intermédiaires et une partie des marginaux.

Les rachis latéraux reçoivent les faisceaux L avec le restant des intermédiaires et marginaux. En outre, dans la figure 140, les faisceaux correspondant à l'espace qui sépare les deux marginaux de la figure 126, passent directement dans le rachis médian.

Des dispositions analogues s'observent à l'insertion de chaque rachis sur le rachis d'ordre inférieur.

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux sont très bien développés (pl. VI, fig. 131) : bois primaire avec nombreuses trachées écrasées, disséminées parmi des fibres primitives non différenciées; zone cambiale arquée; liber en demi-cercle. Un épais massif extralibérien de fibres sclérifiées. Les cellules du *Tf.* interfasciculaire qui séparent ces massifs sont aussi plus ou moins sclérifiées. D'ailleurs, l'assise de cellules qui entoure les éléments du bois se comporte souvent de même.

Tfi. avec grande cavité centrale.

Tfe. partiellement collenchymateux.

Épiderme à cuticule mince et lisse. Poils et stomates.

b) *Limbe.* La structure des rachis rappelle celle du pétiole. Notons que le sclérenchyme disparaît à chaque nœud pour réapparaître à l'entrenœud supérieur.

Le mésophylle est bifacial et peu épais (fig. 132). Le parenchyme palissadique est formé de cellules isodiamétriques arrondies, globuleuses ou irrégulières, laissant entre elles des méats distincts.

Le parenchyme spongieux est peu dense, à grandes cellules très ramifiées (fig. 133).

L'épiderme est équifacial à grandes cellules sinueuses et à

membrane mince. La cuticule de l'épiderme interne porte des striations onduleuses faiblement accentuées; celle de l'épiderme externe est lisse.

Stomates à la face externe seulement, saillants. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure (fig. 132).

Poils assez répandus sur le pétiole, le rachis et les nervures de la face externe des folioles; ils sont unicellulaires, cylindriques effilés, peu allongés, à membrane peu épaisse, persistants.

Signalons encore certaines particularités.

Les trois bractées sont semblables en tout point aux feuilles végétatives, mais elles se simplifient rapidement. La supérieure n'est plus que trifoliolée et reçoit cinq faisceaux; la moyenne en reçoit sept et l'inférieure onze, plus un certain nombre de plus petits extérieurs.

Les bractéoles, longues de 2-3 millimètres et larges de 1 millimètre à leur base, sont de forme lancéolée, aiguë, entière ou dentée. Un seul faisceau qui s'éteint dès la base de la bractéole. On y remarque des poils courts, cylindriques, effilés, à contenu clair et d'autres claviformes ou pyriformes à protoplasme dense; tous sont persistants.

Les feuilles pérulaires (4 à 6) ont la forme de cônes fendus suivant une génératrice et s'emboîtant l'un dans l'autre. Ce sont des gaines surmontées d'un limbe trimamelonné sessile et de deux auricules saillantes (fig. 134). Elles reçoivent de cinq à onze faisceaux. Leur métamorphisme est progressif. Elles sont distiques.

La préfeuille est disposée de telle façon que son faisceau M soit dans un plan perpendiculaire au plan vertical passant par l'axe de la pousse et celui de son bourgeon (fig. 135).

GENRE *CIMICIFUGA*.

C. fœtida L.

Le mode de végétation rappelle celui de l'*Actaea spicata*. Ce sont aussi les bourgeons situés dans l'aisselle des feuilles pérulaires qui deviennent bourgeons de remplacement. La pousse

aérienne porte une série régressive de feuilles végétatives (10 à 15) munies chacune à leur aisselle, sauf les inférieures, d'un rameau florifère. L'ensemble de ces rameaux forme de bas en haut une série progressive. A la base de chaque pédicelle floral existent des bractéoles ([1]).

Tous les caractères d'organogénie, de parcours, d'histologie, décrits pour l'*Actaea* s'appliquent entièrement à la grande feuille végétative de *Cimicifuga*. Comme différences, signalons seulement : gaine courte, épaisse et à peine ailée, pétiole ordinairement demi-cylindrique, à face interne plane.

En outre, dans la gaine, alors que tous les faisceaux de la face interne sont déjà individualisés, on peut remarquer des anastomoses ou arcades transversales entre presque tous les faisceaux avant qu'ils s'engagent dans le pétiole (pl. VI, fig. 136).

La coupe typique du pétiole est représentée figure 137.

Le facies du faisceau M offre quelques différences avec celui de l'*Actaea* (fig. 138). Le sclérenchyme forme un étui bien régulier à la périphérie du pétiole.

GENRE *THALICTRUM*.

Les recherches ont porté sur : *Th. angustifolium* Jacq., *Th. aquilegifolium* L., *Th. calabricum* Spreng, *Th. flavum* L.,

([1]) Sur un pied vigoureux, j'ai observé six feuilles pérulaires, puis au-dessus, sans transition, une très grande feuille végétative dont le bourgeon n'était pas développé. Il en est de même des deux suivantes. Au-dessus, trois feuilles avec bourgeon développé en un ramuscule florifère rudimentaire. Ces six feuilles vont en diminuant d'importance de la base au sommet. Les feuilles 13 à 19 ont un rameau axillaire bien fleuri. La feuille 17 n'est plus que trifoliolée avec court pétiole, les feuilles 18 et 19 sont simples, ovales, lancéolées et assimilatrices. Les feuilles 20 à 24 sont plus petites encore et scarieuses et sont accompagnées de grands épis.

Il est fort difficile, dans un cas comme celui-ci, de déterminer quelles sont les feuilles qui doivent être appelées *bractées*. Celles de la région supérieure de la pousse reçoivent trois faisceaux; mais dans les bractées dites scarieuses, le M ne se ramifie jamais et les deux L s'éteignent dès la base de la bractée.

Th. foetidum L., *Th. glaucum* Desf., *Th. minus* L. et ses variétés *dunense* Dmrt. et *depauperatum* Dmrt.

Les *Thalictrum* sont des plantes vivaces à tiges aériennes annuelles, hétérophylles ([1]).

La feuille végétative principale de la région inférieure de la tige débute par un bourrelet de 360°, surmonté de trois mamelons primaires L, M, L (*Th. aquilegifolium, minus, fœtidum*, etc.). Il arrive parfois que le mamelon L, à certain stade, paraît inséré en partie sur la gaine, en partie sur la base du mamelon M.

Elle se compose, à l'état adulte, d'une gaine ailée, auriculo-ailée, à insertion de 360°, d'un pétiole parfois court (*Th. flavum*), plus souvent allongé, anguleux, strié, canaliculé ou non à la face interne; d'un limbe composé, triacrone et très découpé, les trois rachis primaires portant généralement des rachis de troisième et même de quatrième ordre, à folioles très nombreuses (quelquefois plusieurs centaines) et de forme variable.

Parcours. — La feuille reçoit toujours un grand nombre de faisceaux : 11 à 25 et plus. Ce nombre est d'ailleurs sujet à variation, dans une même espèce, suivant la vigueur des individus.

Dès la base de la gaine (pl. VI, fig. 139), il n'est pas toujours aisé de reconnaître les faisceaux L. Il faut alors procéder de haut en bas à partir du rachis primaire latéral. Quoi qu'il en soit, dans la moitié inférieure de la gaine, les faisceaux L, M, L, les intermédiaires et les marginaux les plus internes contribuent à fournir des faisceaux à la face interne du pétiole, en s'orientant inversement à la suite d'une torsion de 180°, exactement comme dans les Anémones à gaine ailée. Les marginaux les plus extrêmes ne pénètrent pas dans le pétiole, mais vont se terminer en pointe libre dans les régions latérales supérieures de la gaine, dans les auricules quand elles existent, ce qui est le cas le plus fréquent ([2]).

Dans le pétiole, les faisceaux se disposent comme le montre

([1]) Voir le mode de végétation du *Th. flavum* dans le travail de M. Mansion (35).

([2]) Voir précédemment *Anemone Japonica*, p. 38.

la coupe typique du pétiole des *Thalictrum* (fig. 140). On remarquera d'abord l'emplacement du faisceau L dans la saillie latérale externe, ensuite le grand nombre des faisceaux dont les plus gros sont refoulés vers l'intérieur, surtout ceux de la face interne, enfin la grosseur de certains intermédiaires et marginaux qui relativement est considérable. Rarement le pétiole devient cylindrique (*Th. aquilegifolium*, fig. 141). Dans ce cas, il devient parfois difficile de reconnaître le faisceau L ([1]).

Au sommet du pétiole, les figures 142, 143, 144, 145 qui représentent des coupes successives prises chez *Th. glaucum*, nous donnent une idée de la marche des faisceaux, telle qu'on la rencontre dans les *Thalictrum*. D'abord, quand il y a peu de faisceaux dans le *Tfi.*, on voit (fig. 143) le faisceau *m* s'anastomoser avec un certain nombre de ses voisins pour fournir un ou plusieurs faisceaux centraux, et constituer une sorte de ceinture ou plutôt de cône vasculaire, renversé et oblique, qui servira d'insertion aux deux rachis L. Tous les autres faisceaux échangent entre eux des arcs anastomotiques (fig. 144), qui serviront d'insertion au rachis M. Les faisceaux L et leurs voisins sont ainsi raccordés avec des faisceaux de la face interne par deux bandes d'insertion communes aux trois rachis primaires.

Des dispositions semblables se répètent pour l'insertion des rachis secondaires, et ainsi de suite.

Histologie :

a) *Pétiole*. La forme typique du faisceau dans le pétiole des *Thalictrum* est représentée (fig. 146) : bois en pointe, liber arrondi, sclérenchyme non contigu au liber. Mais il arrive quelquefois (certains individus ou certaines formes de *Th. minus*, par exemple) que le sclérenchyme extralibérien confine au liber et qu'il y ait un petit massif de fibres intraligneuses (fig. 147).

([1]) En effet, à la base de la gaine, tous les faisceaux ont sensiblement même importance. Et si l'on part des rachis, on perd la trace du faisceau L dans le réseau inextricable d'anastomoses, particulièrement compliqué au sommet du pétiole du *Th. aquilegifolium*. On peut alors faire appel à l'anatomie comparée.

Les massifs de fibres sclérifiées sont reliés entre eux par des ponts interfasciculaires, de façon à former un étui sclérenchymateux à la périphérie du pétiole. Il arrive parfois que la sclérification des éléments interfasciculaires n'a lieu qu'assez tard.

Les faisceaux de la face interne, refoulés vers l'intérieur du *Tf.*, présentent très fréquemment une section arrondie (fig. 140), et les cellules qui y confinent sont souvent plus ou moins sclérifiées. On en trouve même quelquefois entièrement centriques avec le liber au milieu, le bois en dehors (fig. 140).

Dans le *Tfi.*, une grande cavité centrale.

Le *Tfe.* en dehors de l'étui de sclérenchyme est le seul tissu à chlorophylle; il se compose de quelques assises de cellules. Dans les arêtes, il est souvent collenchymateux.

Les cellules épidermiques sont généralement prismatiques ou cubiques, toujours peu allongées et à cuticule mince.

b) *Gaine.* Dans la région la plus inférieure, la forme du faisceau est différente et caractéristique (fig. 148) : bois et liber en demi-cercle, zone cambiale non arquée, épais massif de fibres sclérifiées s'étendant jusque sur les côtés du bois et assez souvent jusqu'au bord intérieur.

Le *Tf.* est aussi parcouru par une ou plusieurs grandes cavités. L'épiderme est analogue à celui du pétiole.

c) *Limbe.* Les folioles, dont l'épaisseur est beaucoup moindre que dans les autres Renonculacées, renferment un mésophylle bifacial (fig. 149). Il se présente avec des caractères d'une analogie remarquable chez toutes les espèces de *Thalictrum.* D'abord, la chlorophylle est également répandue dans le parenchyme palissadique et le parenchyme spongieux. Généralement, le parenchyme palissadique est bisérié, parfois trisérié; il occupe ordinairement plus de la moitié de l'épaisseur du limbe. Les cellules de la première série ou série sous-épidermique sont plus ou moins allongées, 2-4 fois plus longues que larges, simples, étroites, cylindriques ou prismatiques, très serrées de façon à ne laisser entre elles que des méats extrêmement étroits ou même nuls. Celles de la deuxième série, parfois moins bien caractérisées, sont oblongues, subglobuleuses, ou même irrégu-

lières, peu serrées; elles passent très facilement au parenchyme spongieux avec lequel elles peuvent parfois se confondre. Les cellules de ce dernier sont petites, très serrées, globuleuses ou seulement irrégulières, non rameuses vues de face [1] (fig. 150).

L'épiderme est équifacial ou subéquifacial à petites cellules, à parois minces faiblement cutinisées, généralement peu sinueuses et même polyédriques. Quand les deux épidermes ne sont pas identiques, les cellules de l'épiderme externe sont toujours moins sinueuses que celles de l'épiderme interne (fig. 151 et 152).

Pas plus que pour le mésophylle, il n'y a rien de constant dans les caractères tirés des cellules épidermiques. Ainsi, le *Th. minus*, suivant son lieu de provenance, m'a fourni un épiderme équifacial à cellules parfaitement polyédriques ou à cellules bien sinueuses, ou même un épiderme nettement bifacial.

Les stomates sont petits et arrondis, presque toujours non saillants, rarement un peu saillants. Dans ce cas, les cellules péristomatiques pénètrent quelque peu sous les cellules de bordure (fig. 152).

Les *Thalictrum* semblent caractérisés par une forme particulière de poils sur laquelle Lecoyer (**12** et **13**) a le premier attiré l'attention; c'est un poil court, à membrane mince, ordinairement persistant, capité, cylindrique ou plus souvent un peu renflé-ventru (fig. 153). Très rares chez *Th. calabricum, glaucum, flavum, aquilegifolium*, ces poils sont au contraire répandus à la face externe des folioles du *Th. angustifolium* et sur toutes les

[1] Le mésophylle des *Thalictrum* passe avec une facilité extrême au mésophylle centrique. Il arrive parfois qu'il se différencie assez tard. Mes recherches ont toujours porté sur les grandes feuilles du bas de la pousse, au moment où celle-ci était en pleine floraison. Sur les feuilles supérieures, les caractères peuvent changer : les cellules peuvent notamment rester toutes globuleuses et même subpolyédriques. On conçoit donc que les cellules de l'assise ou des deux assises situées sous l'épiderme interne puissent dès lors avoir une section carrée, qu'elles soient plus petites « que celles des autres assises et qu'elles méritent à peine le nom de palissade ». C'est ainsi que le mésophylle du *Th. flavum* est caractérisé par MM. Marié (**20**) et Mansion (**35**), p. 54.

parties de la feuille du *Th. minus*. Toutefois, des spécimens de cette dernière espèce étaient complètement dépourvus de poils ou n'en portaient à l'état adulte que des traces très peu nombreuses.

Le plus souvent les cellules épidermiques circumpilaires forment une rosace bien distincte autour de la base du poil (fig. 154), mais chez aucune des espèces précédentes ces cellules ne sont soulevées au-dessus du niveau des autres cellules épidermiques.

Chez le *Th. fœtidum* (fig. 155 et 156), outre les poils capités des *Thalictrum*, on observe d'autres poils allongés, rubanés ou cylindriques, non effilés, à membrane mince; ils sont persistants, unicellulaires ou pluricellulaires unisériés quand ils ont une certaine longueur. Ces deux formes de poils bien distinctes sont, pour la plupart et à la face externe des folioles seulement, soulevées par les cellules épidermiques circumpilaires qui leur forment ainsi un piédestal. Ce dernier est donc constitué par un petit massif de cellules épidermiques au centre duquel se trouve souvent une file axiale de cellules du mésophylle. Ce piédestal se développe à mesure que la feuille s'épanouit : peu distinct dans la feuille jeune (fig. 155), il est très apparent dans la feuille adulte (fig. 156).

Des cristaux en oursins dans le pétiole du *Thalictrum aquilegifolium*.

Les dépendances latérales des rachis, appelées à tort ou à raison *stipelles* et *stipellules*, se présentent sous la forme de petites expansions annulaires ou fragmentées, sortes de petites lames libres ou connées, embrassant complètement leur support (fig. 157, 158 et 159); leur existence est éphémère; elles sont souvent décolorées et scarieuses, quand la feuille est adulte.

Elles sont vascularisées par de nombreux faisceaux qui se détachent de la voûte anastomotique ou de son voisinage.

Elles existent à la base des rachis primaires, secondaires ou tertiaires. J'en ai observé chez *Th. minus*, *flavum*, *angustifolium* et surtout chez *Th. aquilegifolium* où (fig. 157), au sommet du pétiole, elles revêtent l'aspect d'un anneau bilobé sur son bord externe, moins large sur son bord interne. A la base des rachis

secondaires, elles ont les lobes du bord externe frangés (fig. 158). A la base des rachis tertiaires, l'anneau est interrompu (fig. 159). Mais il importe de noter que, d'après Lecoyer (17), leur développement parait toujours concorder avec la puissance végétative de la plante; elles diminuent de grandeur quand la force vitale décroit, et disparaissent complètement dans les échantillons anémiques. Leur présence constitue un bon caractère, mais leur absence dans les variétés ou variations de l'espèce ne doit pas être considérée comme signe caractéristique.

GENRE *ISOPYRUM*.

I. fumarioides L.

Petite plante annuelle homophylle.

La feuille comprend une gaine allongée, ailée et auriculée (fig. 160), un pétiole demi-cylindrique, un limbe triacrone à segments rachidés, les trois folioles tripartites.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux L, M, L. A la base du limbe, il y a trifurcation du M et renforcement des L par les branches latérales (fig. 161).

Histologie. — Dans le pétiole, trois faisceaux à section circulaire et sclérenchyme extralibérien (fig. 162).

Mésophylle bifacial. Palissades simples, peu serrées, occupant le tiers de l'épaisseur du limbe.

Épiderme bifacial : cellules subpolyédriques à la face interne, très sinueuses à la face externe. Caractère distinctif : les cellules épidermiques des bords des folioles sont bombées vers l'extérieur et plus fortement cutinisées dans la partie saillante (fig. 163).

Stomates non saillants, répartis sur les deux faces.

Poils très rares; j'ai tout simplement trouvé sur les feuilles inférieures d'une plantule çà et là des poils courts, claviformes, subcapités à paroi mince (fig. 163).

Ce genre tient, dans le groupe triacrone, la place que le *Myosurus* occupe dans le groupe monacrone : modification du type par nanisme.

TROISIÈME GROUPE.

Type : TROLLIUS EUROPAEUS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

En mai-juin, les souches cespiteuses de *Trollius* comprennent :

1° Des tiges florifères portant très souvent une feuille végétative entièrement aérienne et des bractées;

2° De courts rhizomes obliques portant des feuilles végétatives à insertion souterraine et des bourgeons à divers stades de développement : les inférieurs restent ordinairement petits toute l'année et ne se composent que d'une préfeuille et de deux à quatre feuilles pérulaires (pérule foliaire ou inférieure); les supérieurs poussent toute la bonne saison en développant en outre des feuilles végétatives (une quinzaine). Ceux-ci sont les bourgeons de remplacement; ils s'affranchissent du rhizome maternel par des racines adventives.

Dès l'automne, les bourgeons de remplacement produisent, au-dessus de leurs dernières feuilles végétatives, de longues feuilles pérulaires (pérule florale ou supérieure) longuement tubuleuses (pl. VII, fig. 164) [1], au nombre de trois ou quatre emboîtées l'une dans l'autre et abritant pour l'hiver la jeune tige florifère qui est terminale (fig. 165).

Le bourgeon axillaire de la dernière feuille pérulaire le mieux protégé de tous et le plus près du sommet est le principal bourgeon de remplacement (en *a'*, fig. 165). Apparaissant donc en automne, il portera toujours des fleurs en mai de la seconde année. Les autres renferment parfois, en dedans de leur pérule, un bouquet de feuilles végétatives et ne portent des fleurs que la troisième année, au plus tôt.

Il y a donc dans ce mode de végétation deux pérules superposées et consécutives : l'une se formant en été, entièrement souterraine et abritant les feuilles végétatives; l'autre naissant en automne, presque entièrement aérienne, sert à protéger l'hiver la tige florifère et ses bractées.

[1] Certaines souches de *Trollius europaeus* observées dans le courant de septembre, ont montré la jeune tige florifère entièrement formée et se préparant à hiverner à l'abri des gaines des dernières feuilles végétatives; il n'y avait donc pas de feuilles pérulaires. Peut-être s'agit-il d'une variété distincte. Je n'ai pu élucider cette question.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie**. — La feuille primordiale du *Trollius*, insérée sur le rhizome, est un manchon fendu entourant et recouvrant le sommet de la tige.

A la périphérie du bord supérieur de ce manchon apparaissent en ordre basipète, d'abord le mamelon M (fig. 166), puis à ses côtés les mamelons L, puis à côté des L les mamelons *m* (fig. 167) ([1]). A cause de cette pluralité de points végétatifs primaires, le limbe est dit polacrone. Des points végétatifs secondaires ne tardent pas à prendre naissance, en ordre acropète, dans les segments primaires.

Pendant que les divers segments du limbe grandissent et se découpent (fig. 168), le manchon s'élève au-dessus du sommet de la tige qu'il recouvre bientôt d'une sorte de capuchon conique portant toujours une très petite ouverture apicale (fig. 168 et 169), et recouvrant les feuilles plus jeunes. Bientôt le limbe dépasse cette gaine vaginée et est enfin soulevé par le pétiole (fig. 170). Évidemment, la feuille suivante devra déchirer la gaine de son aînée pour arriver au jour. La déchirure a lieu dans le plan médian suivant une génératrice opposée au pétiole.

B. **Feuille adulte**.

1° Caractères extérieurs. — Elle comprend donc une gaine ailée, auriculée et même ligulée, à auricules et ligule très courtes et délicates (fig. 171), un pétiole cylindrique, un limbe simple polacrone à cinq ([2]) segments sessiles lobés et dentés (fig. 172).

2° Parcours des faisceaux. — La feuille reçoit ordinairement sept faisceaux :

m L *i* M *i* L *m*.

([1]) Dans la variété *Napellifolius* Roepp, il y a cinq sommets apparaissant distinctement sur la gaine primordiale, et deux autres *m'*, naissant en partie sur *m*, en partie sur la gaine, ou même entièrement sur la gaine.

([2]) Sept, dans la variété *Napellifolius*.

En s'élevant dans la gaine, leur nombre augmente et les marginaux se rapprochent du plan médian de la feuille pour s'engager dans le pétiole. Aucun d'entre eux ne va dans la région postérieure et la partie en capuchon n'est donc pas vascularisée (fig. 173). Quand la gaine s'épaissit dans sa partie antérieure, au voisinage du faisceau médian, divers faisceaux se détachent de la région externe et par une torsion de 180° viennent se placer dans la région interne comme dans les Anémones à gaine ailée.

Dans le pétiole, les faisceaux échangent entre eux de nombreuses anastomoses obliques; ils ont une tendance à se placer en cercle (fig. 174).

A la base du limbe, les faisceaux grossissent et deviennent sensiblement d'égale importance. Ils se ramifient beaucoup et se fusionnent entre eux sans qu'il y ait néanmoins formation d'arcades transversales ni de voûte anastomotique (fig. 175). On peut néanmoins suivre les faisceaux M, L, *m*, ou tout au moins leur branche principale, qui se rendent respectivement dans les segments M, L, *m* dont ils constituent les faisceaux les plus importants.

3° Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M au milieu du pétiole (fig. 176), à section elliptique, présente un B_1 avec trachées écrasées, B_2 très développé, zone cambiale très arquée, liber arrondi à cellules gélifiables [1].

[1] A l'état anhydre (coupe pratiquée et observée dans l'alcool), les cloisons des éléments libériens sont assez épaisses et d'apparence homogène (fig. 177). En présence d'eau, elles gonflent et montrent des cloisons primaires mucilagineuses et des parois secondaires déprimées par la pression du mucilage (fig. 178). Les cellules annexes, à cause de leur contenu, résistent à la pression.

Les membranes secondaires gonflent à leur tour sous l'action de la potasse (fig. 179), de l'eau de Javelle ou du chlorure de zinc. Elles sont de nature cellulosique (coloration bleu intense par le chlorure de zinc iodé). Les cellules annexes se distinguent des cellules grillagées par leur contenu protoplasmique et par l'absence de membrane secondaire gonflable par les réactifs (fig. 177, 178, 179). L'oxyde de cuivre ammoniacal n'a rien donné

Un massif extralibérien de fibres sclérifiées dont la sclérification se fait parfois après la floraison.

Grande cavité centrale dans le *Tfi.* L'hypoderme et les assises sous-jacentes ont leurs cellules collenchymateuses.

Épiderme à cellules allongées dont la face extérieure est marquée de stries longitudinales. Stomates et poils.

b) *Gaine.* Les faisceaux y ont une section orbiculaire (fig. 180), sont entourés d'un épais étui d'éléments sclérifiés et ont leurs assises cambiales droites (surtout dans la variété *napellifolius*). Dans la région postérieure le *Tf.* est réduit à une seule assise de parenchyme et même aux deux épidermes juxtaposés (fig. 173.)

c) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 181). Parenchyme palissadique unisérié. Les palissades sont oblongues, quelques-unes sont rameuses, environ trois fois plus longues que larges; elles laissent entre elles d'étroits méats. Parenchyme spongieux peu serré, à cellules peu rameuses quand elles sont vues de face sous l'épiderme externe.

de particulier dans les pétioles adultes. Ce tissu libérien présente une certaine analogie avec l'albumen du Caroubier. Les membranes cellulaires de cet albumen mucilagineux sont en effet, d'après M. H. Marlière (*), constituées par :

1° Une membrane primaire très mince, dont l'existence est difficile à constater, mais qui est reconnaissable par l'oxyde de cuivre ammoniacal, quand l'épaississement a commencé. Elle n'intervient que pour une faible part dans la constitution du mucilage;

2° Une membrane secondaire très épaisse, gélifiable après transformation de la cellulose. Elle présente des couches concentriques et des fibrilles radiales. Après sa transformation en mucilage, elle n'est plus colorable par le chlorure de zinc iodé;

3° Une membrane tertiaire, relativement mince, toujours reconnaissable à sa nature cellulosique non transformée.

On le voit, ce que j'ai appelé cloison primaire dans le liber du *Trollius*, correspond à la membrane secondaire de M. Marlière dans l'albumen du Caroubier. Il est probable qu'en expérimentant sur des pétioles suffisamment jeunes, on pourrait déceler la présence d'une membrane mince correspondant à la membrane primaire du Caroubier. Il y aurait ainsi analogie complète entre la constitution chimique des deux tissus.

(*) Cf. H. Marlière, Ceratonia siliqua, *Étude cytologique et chimique sur la graine et spécialement sur l'Endosperme.* (La Cellule, 1896, t. XIII, fasc. 1.)

Épiderme bifacial (fig. 182 et 183) à cellules beaucoup plus sinueuses à la face externe. Cuticule marquée de stries sinueuses à la face interne.

Stomates à la face externe seulement, non saillants. Les cellules épidermiques qui avoisinent les stomates ne pénètrent pas sous les cellules de bordure comme chez les Anémones (fig. 183).

Poils très rares sur la feuille adulte. Dans le bourgeon on observe des poils claviformes qui persistent çà et là, flétris sur le pétiole et la face externe du limbe et des poils cylindriques un peu plus allongés, non effilés, à membrane mince, contenu clair, caducs, entièrement disparus sur la feuille adulte (fig. 184).

La feuille végétative, insérée sur la partie aérienne de la tige florifère, diffère des précédentes par sa gaine simplement ailée (fig. 185) et son pétiole presque demi-cylindrique et canaliculé.

FEUILLES BRACTÉALES.

Il y en a ordinairement cinq ou six. Les inférieures ont une gaine, un court pétiole et un limbe comme la feuille végétative insérée sur la partie aérienne de la tige florifère. Elles reçoivent de la tige sept ou cinq faisceaux. Les supérieures sont sessiles et possèdent un limbe à cinq ou trois segments; elles reçoivent cinq ou trois faisceaux (fig. 186).

Caractères histologiques des feuilles végétatives.

FEUILLES PÉRULAIRES INFÉRIEURES.

On les recherchera dans les bourgeons qui se trouvent à l'aisselle des feuilles végétatives de l'année. Les plus inférieurs seuls de ces bourgeons en sont pourvus.

Elles ne diffèrent pas des stades jeunes des feuilles végétatives : on y retrouve la gaine vaginée et un limbe non développé qui ne s'élève guère plus haut que l'orifice apical de la gaine (fig. 187). Ce sont donc des feuilles arrêtées dans leur développement; elles restent feuilles souterraines.

La préfeuille reçoit trois ou quatre faisceaux; elle est toujours orientée de telle façon que son plan médian soit perpendiculaire au plan que forment l'axe de la tige et celui du bourgeon (fig. 188). Les feuilles souterraines reçoivent trois ou sept faisceaux.

FEUILLES PÉRULAIRES SUPÉRIEURES.

Ce n'est pas autre chose que la gaine très bien développée de la feuille végétative (6 à 8 centimètres parfois), portant un pétiole court ($^1/_2$ centimètre) et un limbe rudimentaire (1 à 2 millimètres). Cette sorte de doigt de gant étroit et allongé (fig. 164) ne porte donc qu'une petite ouverture peu distincte à son sommet. D'égale épaisseur sur tout son pourtour à sa base, la feuille pérulaire d'hiver s'épaissit antérieurement dans sa moitié supérieure, alors que postérieurement elle s'amincit et finit par ne comprendre que les deux épidermes juxtaposés.

Elle reçoit de la tige sept à onze faisceaux dont le parcours est exactement le même que dans la gaine de la feuille végétative.

Au point de vue histologique, il faut signaler l'absence totale de sclérenchyme et de collenchyme.

Stomates et poils caducs sur l'épiderme tant interne qu'externe.

GENRE *ACONITUM*.

La partie souterraine d'une pousse d'Aconit Napel passe l'automne et l'hiver dans l'état que représente la figure 189, planche VII. On y observe une pérule rappelant la pérule du *Trollius* (fig. 190) et protégeant la jeune tige de remplacement ainsi que le bourgeon axillaire de la dernière feuille pérulaire (fig. 191). Au printemps, le sommet de la tige sort de terre (fig. 192) et le bourgeon de remplacement, pour l'année suivante, apparait très tôt. C'est ordinairement celui qui se trouve à l'aisselle

de l'avant-dernière feuille pérulaire [1]. Une longue racine pivotante, qui ne tarde pas à accumuler des réserves, prend naissance dès avril-mai dans un des entrenœuds inférieurs de ce bourgeon.

A la différence du *Trollius*, il n'y a ici qu'une seule pérule.

Sur la feuille primordiale d'*A. Napel* apparaissent trois sommets végétatifs primaires et deux autres qui semblent plutôt des dépendances des mamelons L (fig. 193).

Néanmoins, comme nous le verrons, ces mamelons *m* reçoivent comme faisceau principal le faisceau *m*, et il y a tout lieu de considérer cette feuille comme ayant un limbe polacrone à cinq segments basipètes.

Elle présente le phénomène de nutation (fig. 191).

Dans le genre Aconit, les espèces suivantes ont été examinées : *A. Anthora* L, *A. lycoctonum* L, *A. Napellus* L. *A. variegatum* L.

La feuille se compose d'une gaine simple (fig. 194) ou ailée (fig. 195), d'un pétiole demi-cylindrique canaliculé ou non, d'un limbe simple, polacrone à cinq plus rarement sept segments basipètes, sessiles, bien individualisés au sommet du pétiole ou un peu confluents à la base et variablement découpés.

Parcours. — Le nombre de faisceaux reçus par la feuille est trois :

L M L.

Ce n'est qu'accidentellement que l'on a :

m L M L

ou bien

m L M L *m*.

Dans la gaine, formation de faisceaux à la face interne par torsion de 180° et orientation inverse comme dans les Anémones à gaine ailée.

[1] L'horticulture en fait développer plusieurs, même ceux qui sont à l'aisselle des feuilles végétatives inférieures.

Dans le pétiole d'*A. Anthora* (fig. 196) et *lycoctonum* (fig. 197), on remarquera que les faisceaux L sont très rapprochés du médian. Chez ces espèces les segments marginaux du limbe sont relativement très développés. Toujours le faiseau *m* occupe l'arête du pétiole : *A. Napel* (fig. 198) et *A. variegatum* (fig. 199).

A la base du limbe, jamais de voûte ni d'arcades anastomotiques. Le faisceau M se trifurque toujours et sa branche latérale renforce le faisceau L bifurqué ou non. Le faisceau *m* se comporte comme L, c'est-à-dire se bifurque quand il y a sept segments distincts au limbe, ou bien forme une sorte de sympode par bifurcations successives quand il y a neuf segments : *A. Anthora* (pl. VIII, fig. 200). Quant aux faisceaux de la face interne, ils se séparent en deux groupes; ceux-ci finissent par ne former qu'un seul faisceau de chaque côté du plan médian, destiné au bord inférieur du segment marginal extrême.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole.* Les faisceaux ont une section elliptique. La zone cambiale est faiblement arquée et ne l'est même pas chez *A. Napellus.*

Les cellules libériennes présentent les mêmes particularités que chez le *Trollius.*

A la pointe interne du bois du faisceau il n'y a pas de sclérenchyme, mais il arrive que les fibres primitives de cette région deviennent collenchymateuses : *A. lycoctonum* (fig. 197, pl. VII).

Le sclérenchyme existe en amas de fibres sclérifiées en face du liber des faisceaux : tantôt ces amas sont adhérents aux cellules libériennes (*A. Napellus,* fig. 198), plus souvent ils en sont séparés par des éléments non sclérifiés. Ces massifs de fibres extralibériennes sont parfois réunis par des ponts interfasciculaires, formés de cellules non pointues aux extrémités et légèrement sclérifiées, ainsi chez *A. lycoctonum* et *Anthora.*

Toujours une large cavité centrale dans le *Tfi.*

Hypoderme rarement collenchymateux, sauf chez *A. Napellus.* Épiderme à cuticule mince et non striée, sauf chez *A. Napellus.*

b) *Gaine.* Les faisceaux ont généralement le même aspect que dans le pétiole. Parfois cependant l'*A. Napel* présente des faisceaux ayant la forme représentée par la figure 201, pl. VIII : zone cambiale très arquée avec convexité en dehors. L'*A. lycoctonum* présente très souvent de nombreuses fibres primitives très collenchymateuses à la face interne du faisceau (fig. 202). Le sclérenchyme interfasciculaire n'existe pas dans la gaine.

c) *Limbe.* Le mésophylle est bifacial et présente une remarquable similitude chez toutes les espèces : *A. lycoctonum* (fig. 203), *A. Anthora* (fig. 205), parenchyme palissadique unisérié à palissades assez allongées, occupant environ le quart de l'épaisseur du limbe et séparées par des méats; un plus ou moins grand nombre d'entre elles sont rameuses, les autres sont simples; parenchyme spongieux peu dense à grandes cellules ramifiées.

L'épiderme n'est pas équifacial; les cellules sont toujours plus sinueuses à la face externe. La cutinisation est toujours très faible et la paroi extérieure des cellules est mince et lisse.

Stomates sur la face externe du limbe. Tantôt ils affleurent au niveau de l'épiderme, *A. Anthora* (fig. 205 et 206); tantôt ils sont saillants (*A. lycoctonum*, fig. 203 et 204, *variegatum* et *Napellus*); dans ce dernier cas les cellules épidermiques pénètrent profondément sous les cellules stomatiques.

Les poils sont d'une seule forme dans chaque espèce : cylindriques, effilés ou plus ou moins cylindro-coniques. Très peu nombreux et à parois minces chez *A. Napellus* [1], ils sont plus nombreux et même parfois très abondants chez les autres espèces où ils ont leurs parois plus ou moins épaissies.

[1] Dans cette espèce, ils sont généralement localisés sur le pétiole, les nervures principales de la face externe et sur les bords du limbe; mais dans plusieurs variétés, ces poils délicats ont totalement disparu sur la feuille adulte. Il en est de même chez *A. variegatum.*

GENRE *DELPHINIUM*.

La feuille des *Delphinium elatum* L, *grandiflorum* L, *nudicaule* Tarr. Gr., *Staphysagria* L, se compose d'une gaine simple ou peu ailée, d'un pétiole cylindrique (pl. VIII, fig. 207), subcylindrique ou trigone à faces convexes (fig. 208), d'un limbe polacrone à cinq ou sept segments sessiles, toujours confluents à la base, entiers, tridentés ou trilobés (*D. nudicaule*, *Staphysagria*) ou profondément découpés (*D. grandiflorum*, *elatum*).

Le *D. Ajacis* L, espèce annuelle, possède une gaine foliaire simple [1], un pétiole fortement canaliculé (fig. 209), un limbe triacrone à segments rachidés, découpés en nombreuses lanières linéaires.

PARCOURS. — Chaque feuille reçoit généralement trois faisceaux. Le parcours est le même que chez les *Aconitum*, dans la gaine, le pétiole et le limbe. Toutefois, chez *D. Ajacis* il n'existe pas de faisceaux à la face interne du pétiole et, à la base du limbe, le parcours rappelle beaucoup ce qui a été signalé précédemment chez certaines Anémones, avec trifurcation du faisceau M.

HISTOLOGIE. — Dans le pétiole, faisceaux à section elliptique ou subarrondie, zone cambiale très arquée. Liber sans caractères spéciaux. Massifs de sclérenchyme extralibérien généralement non adhérents au liber (fig. 207 et 208), sauf chez *D. Ajacis*.

[1] Il s'agit ici, bien entendu, de la feuille la plus complète, se trouvant dans la région inférieure de la tige. M. Lenfant, dans son travail sur les *Delphinium*, décrit une feuille de la région à structure constante (Cf. *Arch. de l'Instit. bot. Univ. de Liége*, vol. I, pp. 20 et suiv.). Dans le plan que je me suis tracé, cette dernière appartient aux feuilles bractéales qui établissent le passage aux bractées proprement dites, par réduction du pétiole et développement plus considérable des segments latéraux du limbe, transformations analogues à celles qui ont été décrites chez l'*Adonis autumnalis*. Cette feuille bractéale du *Delphinium Ajacis* a d'ailleurs plusieurs points communs avec celle de l'*Adonis autumnalis* (pl. I, fig. 9).

Parfois des ponts interfasciculaires de cellules plus ou moins sclérifiées : *D. elatum* et *grandiflorum*. Une cavité centrale dans le *Tfi*.

Dans le limbe, le mésophylle est bifacial; parenchyme palissadique unisérié à palissades longues et bien développées, s'étendant sur la moitié de l'épaisseur du limbe et séparées par des méats; tantôt elles sont simples, étroites, très allongées, très régulières *D. nudicaule* [1] (fig. 210 et 211), *D. Staphysagria, grandiflorum;* tantôt fréquemment rameuses, moins allongées, peu régulières avec larges méats (fig. 212).

L'épiderme est équifacial à cellules très sinueuses ou subéquifacial (*D. nudicaule*) à cellules moins sinueuses à la face interne. La cuticule est toujours fort mince et lisse.

Les stomates existent très nombreux à la face externe seulement. Ils sont saillants chez *D. grandiflorum*, non saillants chez *D. elatum* et *Staphysagria*, enfin chez *D. nudicaule* ils sont plus ou moins saillants, et le fait varie même suivant le lieu d'origine des matériaux d'observation.

Les poils varient suivant les espèces. Toujours il existe des poils unicellulaires, persistants, cylindriques, effilés ou obtus, à membrane plus ou moins épaisse et à contenu plus ou moins granuleux (fig. 213, au milieu). Ordinairement allongés, ils sont parfois de longueur variable, comme chez le *D. nudicaule*.

Chez *D. grandiflorum*, il existe en outre des poils rubanés, longs, à membrane mince et contenu clair hyalin.

Chez *D. elatum* et *Staphysagria*, on observe aussi une seconde

[1] La figure 210 a été dessinée d'après des matériaux provenant du Jardin botanique d'Édimbourg. A Liége, le mésophylle est très sensiblement le même. A Naples (fig. 211), il existe une deuxième série de palissades et toutes les cellules sont considérablement plus grandes : l'épaisseur du limbe est doublée ! C'est le limbe le plus épais que j'aie observé dans la famille des Renonculacées.

Des matériaux vivants, adressés d'Édimbourg et de Naples à l'Institut botanique de Liége, m'ont permis de faire ces constatations intéressantes qui montrent avec quelle prudence il faut apprécier les caractères anatomiques des feuilles au point de vue de la systématique.

forme : ce sont des poils allongés, persistants, cylindriques, renflés-ventrus à la base, à membrane plus ou moins épaisse, à protoplasme dense et granuleux dans la partie renflée (fig. 213).

Chez *D. Ajacis*, outre les poils cylindro-coniques effilés, souvent courbés, persistants et très nombreux, on observe surtout sur la gaine quelques petits poils claviformes à membrane mince et contenu épais.

Enfin, chez *D. Staphysagria*, on rencontre, plus spécialement sur la gaine, une troisième catégorie de poils courts, ellipsoïdaux, à membrane épaisse et contenu dense (fig. 213).

Remarque. — Le *Delphinium Ajacis*, espèce annuelle hétérophylle, s'écarte par ses feuilles des autres *Delphinium*. L'absence de faisceaux à la face interne du pétiole le rapproche des *Adonis*. Son limbe triacrone et le parcours des faisceaux au sommet du pétiole rappellent plutôt les Anémones.

QUATRIÈME GROUPE.

Type : CALTHA PALUSTRIS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

En avril, dans les souches de Populage, on trouve :

1° Des tiges florifères, qui sont la continuation d'une sorte de rhizome gros et court et qui portent des feuilles bractéales;

2° Des bourgeons portant des rosettes de feuilles végétatives, toutes semblables [pousse homophylle ([1])] à insertion souterraine, sur une spire phyllotaxique $^2/_5$. Après la floraison, de nouvelles feuilles continuent à se former, mais généralement la végétation se ralentit en été.

Dès le mois d'août, le bourgeon à feuilles végétatives forme, à son extrémité, la jeune tige florifère pour l'année suivante, laquelle atteint 1 à 3 centimètres avant l'apparition des premiers froids (pl. VIII, fig. 214). Cette jeune tige passe l'hiver dans la gaine de la feuille *n* (*fe. n*), la dernière feuille de l'année. Le bourgeon axillaire de *fe. n* avorte généralement. Celui de *fe.* $n - 1$ se développe le mieux et fournit la pousse de remplacement; il peut même déjà donner des feuilles végétatives l'automne de la même année; il développe de nombreuses racines adventives et s'affranchit du rhizome maternel qui se décompose.

Les bourgeons axillaires de *fe.* $n - 2$, *fe.* $n - 3$... sont de moins en moins développés. Suivant les conditions de milieu, ils donnent des feuilles la même année, restent latents quelques années ou avortent.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — D'abord un petit manchon complet qui est la feuille primordiale. Puis soulèvement d'un point du bord extérieur et supérieur de ce manchon où apparait le sommet du limbe (fig. 215). En même temps, le bord intérieur et supérieur tout entier est porté au-dessus du sommet de la tige, abritant toutes les feuilles puînées, comme chez le *Trollius* (fig. 216), mais beaucoup plus haut que chez ce dernier. Il se forme ainsi, par soulèvement, une longue gaine vaginée, étroite-

([1]) En ce qui concerne les feuilles végétatives.

ment tubuleuse, d'abord plus grande que le limbe (fig. 214) et portant une petite ouverture apicale peu perceptible (fig. 217).

Pendant ce temps le limbe se développe, non pas aux dépens d'un point végétatif M, mais bien par le fonctionnement d'une zone végétative continue, née sur le bord extérieur, s'étendant à droite et à gauche du plan médian et allant se perdre insensiblement dans les régions latérales. C'est dans cette zone de croissance que se localisent plus tard un très grand nombre de points végétatifs correspondant à chacune des dents du limbe adulte. Ce dernier a ses bords involutés pendant la préfoliaison.

Quand le pétiole apparaît, il soulève le limbe et celui-ci se fraye un passage à travers la gaine de la feuille aînée en perforant cette gaine, tantôt sur sa paroi tournée vers la face interne du pétiole (fig. 218), tantôt sur la paroi opposée (fig. 214, *fe. n* — 1).

Plus tard, par suite du grossissement du bourgeon, cette gaine est déchirée dans le plan médian, le long de la génératrice postérieure (voir la gaine de *fe. n* — 1, dans la figure 214). Une partie des débris de cette même gaine, persistant à la base du pétiole (fig. 219), peut donc simuler, par suite de toutes ces déchirures successives, une gaine à la fois auriculée et ligulée. L'autre partie, c'est-à-dire la région supérieure tubuleuse, est irrégulièrement fragmentée, et les fragments, adhérents au pétiole de la feuille suivante, sont soulevés par ce même pétiole à diverses hauteurs.

Quand le limbe et le pétiole sont adultes, les régions latérales et postérieures de la gaine sont donc détruites; il ne subsiste que la région antérieure qui continue le pétiole.

La gaine de *Caltha* offre une ressemblance parfaite avec celle du *Trollius;* toutefois, la région libre et tubuleuse est très allongée chez le *Caltha*, très courte chez le *Trollius* [1].

B. Feuille adulte.

Caractères extérieurs. — La gaine est donc en grande partie détruite, ses bords libres, frangés et plus ou moins scarieux,

[1] Voir la note II, à la fin de la première partie.

présentent les caractères qui viennent d'être indiqués; le pétiole est demi-cylindrique, à face interne plane; le limbe est suborbiculaire, cordé et crénelé; c'est une sorte de limbe polacrone dont tous les segments sont confluents dès leur origine.

Parcours. — La feuille reçoit généralement

m' m L M L *m m'*.

Dès la base de la gaine, le faisceau M émet d'abord un certain nombre de ramifications (fig. 220), qui s'orientent diversement et se placent, les unes vers la face externe en dehors de M, les autres, en se tordant de 180°, se dirigent vers la face interne où elles sont renforcées plus haut par des branches venant des faisceaux L. Les faisceaux *m* restent dans les arêtes du pétiole (fig. 221). Les faisceaux *m'* s'écartent des autres (fig. 221 et 222) et pénètrent dans la région supérieure et tubuleuse de la gaine où ils vont se terminer en pointe libre avec ou sans bifurcation.

Dans le pétiole (fig. 223) tous les intermédiaires sont refoulés au dehors du cercle des faisceaux L, M, L, le M tend à se rapprocher de l'axe du pétiole, les *m* persistent dans les arêtes; il existe un certain nombre de marginaux à la face interne.

Dans le haut du pétiole, le nombre des faisceaux diminue, tous les intermédiaires se jettent dans les M ou L (fig. 224), les faisceaux *m* se confondent avec ceux de la face interne séparés en deux groupes et l'on ne se trouve plus généralement en présence que de cinq faisceaux :

m L M L *m*.

A la suite d'une sorte de trifurcation du faisceau M, celui-ci est relié aux deux L par des arcs transversaux. Les L se bifurquent, puis se divisent à l'infini et couvrent de leurs ramifications la majeure partie de la surface du limbe (fig. 225) (¹). Les *m* se rendent directement dans le bas du limbe.

(¹) Cette ramification en éventail des faisceaux L est en corrélation avec la présence d'une zone végétative et l'absence de mamelons latéraux, bien localisés, comme nous l'avons constaté plus haut dans l'organogénie.

Histologie :

a) *Pétiole.* Vers le milieu du pétiole, le faisceau M a une section transversale suborbiculaire (fig. 226). Il comprend : B_1 avec trachées écrasées; B_2 renfermant des vaisseaux assez larges, des trachéides et des cellules non différenciées; zone cambiale en demi-circonférence; liber arrondi. A la périphérie du faisceau existent un plus ou moins grand nombre de fibres primitives à parois minces. Dans le bas du pétiole, ces fibres se sclérifient plus ou moins, surtout celles qui sont en dehors du liber. Dans le haut elles sont entourées d'une assise à plissements; ceux-ci ne sont pas visibles à tous les niveaux. L'assise plissée peut aussi se sclérifier, surtout dans le bas du pétiole. Le *Tf.* présente de grandes lacunes polygonales. Une cavité centrale.

Épiderme à cuticule mince. Stomates. Traces de poils disparus.

b) *Gaine.* Les faisceaux, à section orbiculaire, présentent une zone cambiale en ligne droite et sont généralement entourés chacun d'un étui sclérenchymateux (fig. 227). La région postérieure, comprise entre les deux faisceaux *m'* (fig. 221 et 222), est réduite aux deux épidermes juxtaposés.

c) *Limbe.* Mésophylle bifacial, à parenchyme palissadique unisérié (fig. 228). Palissades larges, courtes, très souvent rameuses, séparées par des méats, remplissant environ le tiers de l'épaisseur du limbe. Les cellules du parenchyme spongieux sont grandes, très ramifiées. Épiderme équifacial ou subéquifacial à cellules très sinueuses, contenant des corps chlorophylliens. Cuticule mince et lisse, sauf sous les nervures principales à la face externe, où il existe de fines stries longitudinales.

Stomates sur les deux faces, non saillants. Vues de face, les cellules épidermiques péristomatiques de la face externe (fig. 229) présentent des sinuosités qui pénètrent sous les cellules de bordure. Cette particularité ne se présente pas à la face interne.

Poils d'une seule sorte, courts, cylindriques, caducs, à membrane mince et contenu clair. On les recherchera surtout sur la gaine adulte, donc dans le bourgeon (fig. 230).

FEUILLES BRACTÉALES.

Ce sont toutes celles qui naissent sur la hampe florifère. Elles sont entièrement aériennes et comprennent, du moins les inférieures :

1° Une gaine, qui a d'abord, dans sa région supérieure, la forme d'une petite coiffe, de 1 à 2 millimètres, portant une très petite ouverture apicale ([1]); cette coiffe se déchire bientôt par le grossissement des boutons floraux et la gaine prend la forme d'une cupule (fig. 231) ([2]); enfin, quand la feuille est adulte, la gaine est déchirée en deux portions scarieuses qui rappellent, plus ou moins exactement, les caractères décrits plus haut pour la gaine de la feuille végétative adulte, page 73 et figure 219;

2° Un pétiole et un limbe conformes à ceux des feuilles végétatives, mais de moins en moins développés à mesure qu'on s'élève sur la hampe. Les feuilles bractéales supérieures sont mêmes sessiles.

Toutes les feuilles bractéales reçoivent ordinairement de la tige sept faisceaux, comme les feuilles végétatives. Dès la sortie, les marginaux se confondent avec les latéraux; il en résulte que les régions latérales, postérieures et supérieures de la gaine ne sont pas vascularisées. Le pétiole ne possède plus que trois faisceaux principaux L, M, L. A la base du limbe, les dispositions déjà signalées pour les feuilles végétatives se reproduisent.

Les caractères histologiques ne présentent aucune particularité à signaler.

A l'extrémité de chaque dent de la feuille végétative et de la feuille bractéale adulte existe un de ces petits organes appelés « glande à eau », *wasserapparate*, *wasserspaltenapparate*, *hydathode*, avec de nombreux stomates aquifères ([3]).

([1]) A voir, en été, aux premiers stades de la hampe florale.

([2]) Observée ainsi en septembre; la gaine est donc adulte à cette époque et le limbe ne sera à l'état adulte qu'en avril de l'année suivante.

([3]) Cfr. J. Goffart. — *Quelques mots sur la structure et la fonction des organes de sudation, chez les plantes terrestres et les plantes aquatiques*, Bull. de la Soc. royale de bot. de Belgique, t. XXXIX, 1900, première partie, pages 54-80.

PRÉFEUILLE.

Elle existe à la base de chaque bourgeon, entre celui-ci et le rhizome; elle est entièrement souterraine et atteint 3 à 4 millimètres de longueur seulement. On l'observera en septembre à la base des bourgeons des feuilles *n*-3, *n*-4 (voir organogénie).

Elle se compose (fig. 232) d'un petit limbe en forme de cuiller, d'un pétiole court et conique, d'une gaine conique arrondie rappelant les premiers stades de la feuille végétative et portant une ouverture à son sommet et du côté opposé au rhizome. C'est par cette ouverture que sortira la *fe.* 2 ou la première feuille végétative du bourgeon.

Elle reçoit trois faisceaux, orientés comme le montre la figure 233 par rapport à l'axe du rhizome.

GENRE *FICARIA*.

F. ranunculoides Mönch.

Plante vivace homophylle.

Gaine ailée; pétiole à section elliptique, canaliculé; limbe rappelant en plus petit celui de la Populage.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux. Dans la gaine deux marginaux, issus des L, se placent par pivotement vers la face interne. Deux intermédiaires sont refoulés vers la face externe, tandis que le M tend à se rapprocher de l'axe du pétiole.

Dans le pétiole, souvent sept faisceaux *m*, L, *i*, M, *i*, L, *m* (fig. 234, pl. IX).

A la base du limbe, le M se trifurque, le L se ramifie en éventail, et le *m* se rend vers la base du limbe, tout comme dans la Populage.

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux sont très peu développés, à zone cambiale très arquée et peu active. Très rarement quelques fibres sclérifiées extralibériennes. *Tf.* lacuneux avec deux cavités centrales entre les faisceaux L, M, L.

b) *Limbe*. Mésophylle bifacial. Parenchyme palissadique unisérié (fig. 235) formé de cellules allongées, peu régulières, non rameuses, mais renflées sous l'épiderme, et séparées par de larges méats. Parenchyme spongieux assez dense, à petites cellules rameuses.

Épiderme équifacial à cellules très sinueuses et membranes minces.

Stomates sur les deux faces, non saillants; les sinuosités des cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure. Poils?

GENRE *OXYGRAPHIS*.

O. cymbalariae Prantl.

Plante vivace, homophylle.

Gaine courte, peu ailée; pétiole elliptique et un peu canaliculé; limbe comme la Ficaire, mais moins développé.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux. Ni marginaux ni intermédiaires dans le pétiole (fig. 236). C'est le pétiole de la Ficaire simplifié. A la base du limbe et dans le limbe, comme dans les deux genres précédents.

Histologie :

a) *Pétiole*. Comme la Ficaire.

b) *Limbe*. Mésophylle bifacial (fig. 237). Parenchyme palissadique presque bisérié, occupant plus de la moitié de l'épaisseur du limbe; les palissades de la série sous-épidermique sont allongées, peu régulières, non rameuses, séparées par de larges méats. Parenchyme spongieux dense.

Épiderme équifacial à cellules très sinueuses et membranes minces.

Stomates sur les deux faces, saillants. Cellules péristomatiques présentant la même particularité que la Ficaire.

Je n'ai pas vu de poils, même dans le bourgeon, ni de traces de poils sur la feuille adulte.

CINQUIÈME GROUPE.

Type : HELLEBORUS FŒTIDUS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Dans le courant de l'été et en automne, sur les parties souterraines persistantes des tiges des années antérieures, on observe des tiges aériennes simples, homophylles (15 à 20 feuilles). Dans le bas, des feuilles séchées ou des cicatrices de feuilles disparues. Dans la partie moyenne, des feuilles végétatives adultes. Au sommet, un gros bourgeon floral protégé par des feuilles végétatives modifiées (fig. 238, pl. IX), dont l'ensemble forme une pérule aérienne ou florale protégeant les jeunes fleurs contre les chaleurs de l'été.

Dès la fin de l'automne ou en hiver, le bourgeon terminal se développe en une inflorescence très ample. Celle-ci se compose d'un axe principal qui continue la tige feuillée, se termine par une fleur et porte une quinzaine de bractées et autant de rameaux ou axes secondaires. Les axes secondaires se terminent également par une fleur et portent deux bractées non opposées mais insérées assez près l'une de l'autre. Ces bractées naissent à droite et à gauche du plan passant par la tige et le rameau. A leur aisselle naissent des axes de troisième ordre, pourvus aussi de deux bractées disposées d'une manière analogue. Des axes de quatrième ordre et d'ordre plus élevé peuvent naître de la même manière.

La ramification est progressive jusque vers la dixième bractée où, sur un pied développé dans des conditions normales, j'ai observé un rameau portant des axes de quatrième ordre. Au delà, elle est régressive jusqu'au sommet; le rameau le plus inférieur et celui du sommet ne portent chacun qu'une seule fleur et deux bractées La tige feuillée d'été, avec son bourgeon floral, est sortie de terre au printemps de l'année précédente, après avoir passé l'hiver à l'état de bourgeon souterrain [1]. Ce bourgeon se compose d'une préfeuille et d'une pérule foliaire souterraine. Les feuilles pérulaires foliaires s'épanouissent au printemps, et c'est à leur aisselle que naissent les bourgeons de remplacement. Les feuilles végétatives naissent ensuite.

Comme chez le *Trollius*, il y a donc ici deux pérules. Chez l'Hellébore, la pérule florale ou supérieure est entièrement aérienne et constituée par les feuilles bractéales; en outre, le développement de toutes les feuilles végétatives exige deux années, et ce développement est momentanément interrompu par l'hiver.

[1] Un pied d'*Helleborus fœtidus*, en fleur au mois de février 1900, était à l'état de bourgeon en automne 1897.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — La feuille primordiale possède une insertion de 360°. Le segment médian du limbe naît le premier; les autres apparaissent successivement, en ordre basipète (fig. 239 et 240).

A mesure qu'ils se forment, ils se disposent dans le bourgeon d'une façon spéciale (fig. 241); le segment médian est à l'extérieur, les autres sont disposés en deux séries imbriquées autour des segments marginaux extrêmes. L'ensemble forme un cône très aigu protégeant les feuilles plus jeunes.

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — La feuille adulte se compose d'une gaine non ailée, courte et plus ou moins épaisse, d'un pétiole demi-cylindrique, fortement canaliculé à sa face interne, d'un limbe polacrone, dit pédatiséqué ([1]), à segments oblongs-linéaires, dentés et brièvement rachidés.

Parcours. — La feuille, insérée dans la région moyenne de la tige, reçoit trois faisceaux :

$$m'' \; m' \; \mathrm{L} \; i \; \mathrm{M} \; i \; \mathrm{L} \; m' \; m''.$$

Dans la gaine, ces faisceaux restent toujours sur un seul arc; il n'y a jamais d'arc interne. En s'élevant, ils échangent entre eux de nombreuses anastomoses, au point qu'à certains niveaux on en trouve plus d'une vingtaine. Le nombre des faisceaux se réduit à neuf ou à peu près, en entrant dans le pétiole, et, à part les anastomoses obliques, ce chiffre reste sensiblement constant dans toute la longueur du pétiole (fig. 242).

Le parcours des faisceaux à la base du limbe mérite de fixer un instant l'attention. D'abord (fig. 243), il y a trifurcation du M. Les intermédiaires se jettent dans la branche latérale et cette

([1]) Voir plus loin, Remarque, à la fin du type *Hellébore*.

dernière, ainsi renforcée, constitue le faisceau principal du segment voisin du médian que nous nommons *segment intermédiaire* (*segment i*). Le faisceau L se rend dans le segment L, puis, formant une sorte de sympode, chacune de ses ramifications, respectivement renforcée des faisceaux *m* et *m'*, constitue le faisceau principal des segments *m*, *m'*.

Outre ce faisceau principal, chaque segment de limbe reçoit encore un certain nombre de petits faisceaux qui se rendent dans les dents inférieures de ces segments et qui tirent leur origine des petits massifs anastomotiques situés entre ces mêmes segments et à leur base (fig. 243).

La *fe* 1 d'une plantule n'est en quelque sorte qu'un commencement de feuille pédalée (fig. 244). Son limbe est à trois segments; elle reçoit trois faisceaux. Le faisceau L ne constitue pas le faisceau principal du segment que l'on ne peut néanmoins appeler autrement que *segment latéral*.

Histologie :

a) *Pétiole*. Le faisceau M (fig. 245) est très développé; son bois se compose de nombreux éléments à calibre fort étroit; la zone cambiale présente une forme arquée à concavité tournée vers le bois; liber en croissant; un épais massif de fibres extralibériennes et parfois quelques-unes intraligneuses.

Tfi. presque toujours sans cavité centrale (fig. 242).

Un peu de collenchyme dans le *Tfe*.

Les cellules épidermiques ont leurs parois épaisses et ponctuées. La cuticule est aussi très épaisse avec de faibles stries longitudinales. Souches de poils tombés. Stomates peu nombreux.

b) *Gaine*. Les faisceaux, moins développés, mais sans éléments sclérifiés, présentent le même facies que dans le pétiole (fig. 246).

c) *Limbe*. Mésophylle bifacial (fig. 247). Parenchyme palissadique unisérié, occupant le tiers de l'épaisseur du limbe à palissades très allongées et membrane assez épaisse, étroites, très serrées ou séparées par des méats à peine visibles. Le parenchyme spongieux est dense, à petites cellules peu rameuses (fig. 248), membrane assez épaisse.

L'épiderme (fig. 249 et 250) est constitué par des cellules peu sinueuses, dont les parois latérales sont épaisses et ponctuées, marquées en dedans de bourrelets saillants ou crêtes plus ou moins prononcées et perpendiculaires à la surface épidermique.

Les parois internes de ees mêmes cellules sont aussi épaisses et ponctuées. Les parois externes sont très fortement épaissies et cutinisées; la cuticule est marquée de fortes stries rameuses anastomosées entre elles et quelque peu onduleuses. Ces stries sont moins accentuées à la face externe de la feuille.

Stomates saillants; ils n'existent pas à la face interne du limbe. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure.

Poils courts (fig. 251), caducs, pyriformes, claviformes ou vésiculeux, à membrane assez épaisse mais généralement amincie au sommet du poil, à contenu dense quand on les examine dans le bourgeon où ils atteignent leur état adulte [1].

FEUILLES BRACTÉALES.

La transition des feuilles végétatives aux bractées se fait d'une manière insensible : le pétiole se raccourcit, la gaine s'élargit et s'allonge, le limbe se réduit de plus en plus (fig. 252). Puis le pétiole disparait (fig. 254, 255, 256 et 257), et les segments du limbe se rabattent par manière de protection sur les bractées plus jeunes (fig. 254 et 257). Enfin, on a la bractée simple, ovale et entière (fig. 258 et 259).

Toutes ces formes existent sur la partie florifère de la tige principale. La bractée ovale (fig. 258 et 259) n'existe que dans la région supérieure et sur les rameaux.

Le parcours des faisceaux dans les bractées qui ont un limbe découpé est le même, mais de plus en plus simplifié, que celui qui a été décrit dans la feuille végétative (fig. 253, 255, 256 et 257).

[1] Les caractères histologiques m'ont paru très peu susceptibles de modifications, suivant le lieu de provenance des matériaux.

Dans les bractées ovales le parcours est typique. La figure 258 représente une de ces bractées très proche des précédentes et insérée sur la tige primaire. On y remarque encore la trifurcation du faisceau M et même un commencement de sympode ; les faisceaux L vont se perdre vers le milieu de la hauteur et parfois se rattacher aux branches du M par des anastomoses à peine perceptibles. La figure 259 provient d'une bractée prise dans la région tout à fait supérieure de cette même tige. Les bractées raméales lui sont identiques. Le faisceau M ne se trifurque plus et dans sa moitié supérieure il émet de chaque côté des branches ramifiées de façon à donner lieu à une nervation pennée. Cette région correspond à la région supérieure du segment médian de la feuille végétative.

A mesure que la gaine prend plus de développement, son *Tf.*, d'abord homogène, a bientôt une tendance à devenir un mésophylle partie palissadique, partie spongieux. Dans les bractées ovales les palissades sont courtes (fig. 260), peu développées et peu serrées (fig. 262). Les cellules du parenchyme spongieux sont peu rameuses (fig. 264).

L'épiderme (fig. 261 et 263) rappelle celui de la feuille végétative. Il existe des stomates et des poils caducs sur les deux faces [1].

FEUILLES PÉRULAIRES.

Il s'agit ici de la pérule inférieure.

L'orientation de la préfeuille est la même que celle des préfeuilles étudiées précédemment. Cette préfeuille est très courte, microscopique, épaisse, presque charnue, surmontée de trois mamelons peu perceptibles.

Les feuilles souterraines, très caduques, présentent progressivement toutes les formes de transition jusqu'à la feuille parfaite.

[1] Parfois de forme irrégulière, ressemblant alors à l'oogone du *Vaucheria sessilis.*

GENRE *HELLEBORUS*.

Les recherches ont porté sur *H. atrovirens* ([1]), *colchicus*, *lividus* Ait., *niger* L., *purpurascens* Waldst et Kit, *viridis* L.

La feuille se compose d'une gaine faiblement ailée, d'un pétiole cylindrique (*H. niger*, fig. 265) ou demi-cylindrique (*H. lividus*, fig. 266), ou bien encore subcylindrique avec une étroite gouttière à la face interne (*H. viridis*, fig. 267), etc., enfin un limbe polacrone à segments basipètes, libres, ordinairement rachidés, entiers ou lobés, rarement à trois segments (*H. lividus*).

La feuille reçoit le plus souvent de sept à onze faisceaux. Dans la gaine, ce nombre augmente rapidement et est souvent plus que doublé; à l'entrée du pétiole, il est réduit au chiffre initial. Il n'y a jamais de faisceaux à la face interne.

Dans le pétiole, ces faisceaux se disposent en fer à cheval dont les deux branches, parfois très ouvertes (fig. 266), peuvent aussi être très rapprochées par leurs extrémités (fig. 267) et même être complètement fermées quand le pétiole est cylindrique (fig. 265).

A la base du limbe, le trajet des faisceaux est le même que chez *H. fœtidus*. Remarquons seulement qu'il peut (*H. viridis*, fig. 268) ne pas exister de faisceaux de raccordement entre la branche latérale du faisceau M et le faisceau L. En outre, il n'existe pas toujours de petits massifs anastomotiques entre les divers segments du limbe. Une mention spéciale doit être faite pour *H. lividus*, où la branche latérale du faisceau M renforce le faisceau L avant d'entrer dans le segment latéral. Cette feuille ne ressemble donc pas à la *feuille 1* d'*H. fœtidus*.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole*. Le type du faisceau des Hellébores (fig. 269) est caractérisé par un bois constitué d'éléments à calibre très étroit; par une zone cambiale ne présentant jamais la courbure carac-

([1]) Détermination non garantie : Liége, 9 mai 1898.

téristique des autres Renonculacées : elle est en ligne droite ou possède une courbure inverse. En outre, il existe un massif très développé de fibres sclérifiées extralibériennes, minces et allongées, sauf chez *H. niger* (fig. 270) où le sclérenchyme fait défaut. Souvent aussi, un arc de fibres intralígneuses.

En règle générale, il n'y a pas de cavité centrale dans le *Tfl.*

Les cellules épidermiques ont leurs parois épaisses et ponctuées ; la cuticule est aussi très épaisse et striée, plus rarement marquée de petits points qui lui donnent un aspect chagriné (*H. lividus* [1], *viridis*).

b) *Limbe.* Le mésophylle, épais et bien développé, est toujours bifacial (fig. 271). Le parenchyme palissadique unisérié se compose de cellules allongées, jamais rameuses, étroites, très serrées. Les cellules du parenchyme spongieux sont peu ramifiées.

L'épiderme est équifacial ou subéquifacial à cellules peu sinueuses, plus rarement irrégulières ou même subpolyédriques (*H. lividus*, fig. 272). Les parois latérales sont épaisses et ponctuées, plus rarement minces (*H. viridis*). Les parois extérieures sont aussi très fortement épaissies et cutinisées, à cuticule marquée de stries onduleuses ou chagrinée (*H. lividus* et *colchicus*).

Les stomates n'existent sur le limbe qu'à la face externe. Ils ne sont pas saillants. Les cellules péristomatiques sont visibles sous les cellules de bordure ou bien elles pénètrent à peine sous ces cellules (*H. viridis*).

Les poils présentent :

1° Deux formes principales (*H. purpurascens*, fig. 273, et *atrovirens*) savoir :

a) Poils rubanés, cylindriques ou légèrement ventrus, à sommet arrondi, à membrane peu épaisse ou même très mince, à contenu clair; ils existent surtout sur le limbe.

b) Poils vésiculeux ou claviformes, courts, membrane épaisse, contenu dense; surtout sur le pétiole et principalement dans la gouttière de la face interne;

[1] Sur la gaine, la cuticule est striée.

2° Une seule forme : ce sont des poils vésiculeux ou claviformes plus ou moins nombreux, que l'on observe chez les autres espèces. Chez *H. lividus*, je n'ai pas trouvé de poils ni de traces de poils.

Signalons enfin chez *H. niger*, face externe des nervures, des cellules épidermiques fortement soulevées vers l'extérieur (fig. 274).

Remarque. — La nervation de la feuille d'Hellébore et la forme de son limbe n'ont pas toujours été interprétées de la même manière par les divers auteurs.

Les uns, avec Linné et De Candolle, admettent deux nervures principales très divergentes partant de la base du limbe et portant chacune, sur leur côté intérieur, des nervures secondaires, parallèles entre elles et perpendiculaires sur les principales (1).

Les autres, notamment Sachs et Van Tieghem, considèrent les segments latéraux du limbe comme formant une cyme unipare scorpioïde. Ainsi, chaque segment latéral forme, sur son bord externe, un segment de troisième ordre, qui à son tour produit du même côté un segment de quatrième ordre, et ainsi de suite. La feuille pédalée est donc une cyme bipare commençante qui se continue de chaque côté en une cyme unipare scorpioïde (2).

Les recherches qui précèdent, notamment l'organogénie des segments du limbe, et l'étude anatomique du parcours des faisceaux dans toute l'étendue de la feuille végétative, de la feuille 1 et des bractées de toute espèce, vont nous permettre de mettre en relief ce qu'il y a de particulier dans la feuille des Hellébores.

D'abord, tous les segments du limbe chez *H. fœdidus, niger*, etc., sont primaires et basipètes.

En second lieu, le segment voisin du médian n'est nullement vascularisé par le faisceau L; son faisceau principal est la branche

(1) Cf. De Candolle, *Théorie élémentaire de la botanique*, 1846, 3e édit., p. 399.

(2) Cf. Van Tieghem, *Traité de botanique*, 1891, p. 294.

latérale issue de la trifurcation du M et renforcée des intermédiaires. Nous l'avons nommé pour cette raison *segment i;* il prend ici un développement presque égal à celui du segment M. Le segment qui reçoit le faisceau L est donc le troisième à partir du médian.

Enfin, ces divers segments et plus spécialement les marginaux sont libres, obscurément et inégalement rachidés.

Si nous comparons le limbe de l'Hellébore à celui d'une feuille à limbe polacrone et basipète, l'*Aconitum Anthora,* par exemple, la seule différence importante réside en ce que chez ce dernier les segments sont confluents à la base sur une certaine hauteur. En effet, la figure 200 de la planche VIII, rapprochée de la figure 243 planche IX, et de la figure 268 planche X (Hellébore) montre avec ces dernières une analogie frappante. Rien ne s'oppose à ce que chez l'*A. Anthora* on considère un segment *i* en appelant faisceau *i* celui qui est appelé L dans la figure 200; alors le faisceau dénommé *m,* dans cette figure, devient L. Cette double interprétation à laquelle peut donner lieu la feuille d'*A. Anthora* et d'autres qui lui sont similaires, notamment celle de certains *Delphinium,* tient à ce que ces feuilles forment en quelque sorte la transition entre la feuille de *Trollius* d'une part et celle des Hellébores d'autre part. La feuille pédalée n'est donc au point de vue de la nervation qu'une feuille d'*A. Anthora,* mais à segments libres, faiblement et inégalement rachidés, surtout les marginaux.

Remarquons encore, pour terminer, que si l'on considère le parcours des faisceaux dans les bractées, il y a lieu de faire ressortir que ce sont spécialement les branches latérales du faisceau M et les ramifications naissant en sympode sur ces branches qui vont surtout vasculariser les divers segments du limbe de ces bractées. En effet, les faisceaux L et *m,* venant de la base de la bractée, s'élèvent en s'affaiblissant jusqu'à une certaine hauteur et vont se raccorder plus ou moins directement avec les branches dont il vient d'être question.

SIXIÈME GROUPE.

Type : PAEONIA OFFICINALIS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

La pousse florifère est insérée sur la portion souterraine de la tige de l'année précédente. Elle porte :

1° Des feuilles pérulaires, les unes souterraines, les autres aériennes formant une série légèrement progressive;

2° Des feuilles végétatives en série régressive.

C'est généralement le bourgeon de l'avant-dernière feuille pérulaire souterraine qui est le mieux développé et qui fournira la pousse principale de remplacement.

Des pousses de moindre importance (fig. 275) peuvent naître sur des racines traçantes tubérisées et produire ainsi un déplacement de la souche.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — La plus complète, l'inférieure, débute par trois mamelons primaires différenciés dans une feuille primordiale de 360° d'insertion ([1]).

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Elle se compose d'une gaine non ailée ayant un angle d'insertion de 120-140°, d'un pétiole subcylindrique faiblement canaliculé, d'un limbe composé triacrone à segments rachidés, portant 1-2 paires de segments secondaires, rachidés ou non; les folioles sont ovales, lancéolées, entières.

Parcours. — Dans l'entrenœud situé sous la feuille végétative inférieure, la couronne libéroligneuse prend une forme caractéristique, déjà à plusieurs centimètres sous l'insertion

([1]) Cf. Trécul, *Mémoire sur la formation des feuilles*, in Ann. Sc. nat., 1853, 3e série, t. XX, pl. XXIII.

(fig. 276). Les trois saillies de cette couronne correspondent aux faisceaux L, M, L.

A un niveau quelque peu supérieur, on voit se détacher des massifs libéroligneux concentriques ([1]) (fig. 277) *i*, *m*, qui chevauchent dans le *Tfe.* de l'entrenœud, puis qui sortent dans la feuille avec les faisceaux L, M, L.

Dès la base de la gaine, ces faisceaux et massifs libéroligneux se fragmentent et l'on a alors un simple arc de faisceaux assez nombreux, disposés vers la face externe de la gaine, jamais à la face interne. Il en est de même dans le pétiole (fig. 278), où toutefois le nombre des faisceaux diminue. Là, l'aspect de la coupe varie d'ailleurs d'un niveau à l'autre et peut prendre parfois des dispositions asymétriques (fig. 279); on y retrouve difficilement les faisceaux M *i* L *m* *m'* *m''*. Cela tient à ce que dans toute la longueur du pétiole ces faisceaux s'élargissent çà et là tangentiellement en multipliant leurs éléments libéroligneux et se confondent, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, avec les faisceaux voisins. Ce phénomène n'est autre qu'un échange d'anastomoses obliques exagéré ici, mais qu'on observe généralement dans tous les pétioles des Renonculacées.

A la base du limbe, on observe très souvent les faisceaux L *i* M *i* L fusionnés en un seul arc (fig. 280) qui se disloque ensuite en trois tronçons pour chacun des trois rachis primaires. Il n'y a pas de voûte anastomotique, ni à proprement parler d'arcs transversaux ([2]).

([1]) Ce que je décris ici provient d'observations faites dans la feuille inférieure d'une pousse printanière; c'est aussi ce qu'il y a de plus général et de plus constant. A l'état adulte, l'organisation est quelque peu différente et est susceptible de varier d'une pousse à l'autre.

Les faisceaux et les massifs libéroligneux dont il est question dans l'étude sur les Pivoines sont presque toujours des massifs anastomotiques de plusieurs faisceaux.

([2]) Les feuilles de la région supérieure de la tige ne reçoivent plus qu'un seul faisceau, ou massif anastomotique, de la couronne libéroligneuse. Mais elles reçoivent en outre, des branches transversales de certains massifs libéroligneux concentriques qui parcourent le *Tfe.* de l'entrenœud inférieur

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole.* Les faisceaux ou fragments de la couronne libéroligneuse existant dans le pétiole ont tous une structure identique (fig. 281). Le B_1 se compose de trachées disséminées parmi des fibres primitives non différenciées; la zone cambiale présente une convexité extérieure; le liber renferme de grandes cellules grillagées; le sclérenchyme est représenté par de petits ilots extralibériens de fibres à parois très épaisses.

Le *Tfi.* du pétiole n'a pas de cavité centrale; les cellules ont leurs parois assez épaisses et ponctuées.

Le *Tfe.* est à parois minces et, sous l'épiderme, existent plusieurs assises de cellules collenchymateuses, sur toute la périphérie du pétiole.

Épiderme à cuticule épaisse et chagrinée. Les parois latérales des cellules sont ponctuées. Stomates; poils caducs.

b) *Gaine.* Les massifs libéroligneux concentriques du *Tfe.* de la tige et de l'extrême base de la gaine ont une section parfaitement circulaire ou elliptique (fig. 282). Au centre, un *Tf.* à parois minces, des trachées étroites, puis les éléments du B_2 en séries radiales, enfin une couronne de liber à l'extérieur et parfois aussi des ilots de fibres sclérifiées. Ces massifs concentriques sont quelquefois ouverts de façon à simuler un fer à cheval dont les branches sont plus ou moins écartées.

c) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 283). Parenchyme palissadique unisérié formé de cellules rameuses, irrégulières, parfois en forme d'H, serrées, mais laissant entre elles d'étroits méats. Parenchyme spongieux dense à cellules ramifiées (fig. 284).

Épiderme équifacial (fig. 285 et 286) à cellules sinueuses,

et qui continuent dans l'entrenœud supérieur. Dans ce dernier, de nouveaux massifs concentriques apparaissent et leur nombre augmente à mesure que l'on s'approche du sommet de la pousse. Ils me paraissent être en rapport intime avec les pièces florales. L'étude approfondie de leur parcours complet s'impose et n'est certainement pas dépourvue d'intérêt, d'autant plus que j'en ai observé, accidentellement il est vrai, dans le *Tf.* interne (voir fig. 276, près du faisceau L, à droite).

membranes latérales minces, cuticule assez épaisse, lisse ou plus souvent finement chagrinée.

Stomates à la face externe seulement, non saillants ; les cellules péristomatiques ne pénètrent pas sous les cellules de bordure. Poils, surtout à la face externe, cylindriques, peu allongés, à membrane mince, plus ou moins arrondis à l'extrémité, caducs.

FEUILLE BRACTÉALE.

On peut considérer comme bractée la feuille simple, entière, ovale-lancéolée, qui est insérée sous les pièces du calice.

Elle reçoit un faisceau ou massif fasciculaire de la couronne libéroligneuse et plusieurs branches transversales fournies par les massifs libéroligneux concentriques très nombreux à cette hauteur de la tige. Elle n'est néanmoins parcourue que par trois faisceaux principaux qui se rejoignent au sommet.

FEUILLES PÉRULAIRES.

Elles comprennent la préfeuille, insérée comme les préfeuilles étudiées précédemment, des feuilles souterraines et des feuilles aériennes en série progressive. Elles sont distiques, quand les bourgeons se développent normalement.

L'une des plus complètes atteint 6 à 8 centimètres de haut ; elle est linéaire, oblongue et se compose d'une gaine auriculée surmontée d'un limbe rudimentaire (fig. 287).

Le nombre de faisceaux que reçoivent les feuilles pérulaires de la couronne libéroligneuse de la tige, est assez variable, ordinairement cinq. Il peut aussi en exister qui n'aient aucune attache visible avec cette couronne.

La gaine et les oreillettes sont toujours fortement vascularisées.

GENRE *PAEONIA*.

Les *P. albiflora* Pall., *intermedia* C. A. Meyer, *mollis* And, *Moutan* Sims et *tenuifolia* L. présentent une remarquable res-

semblance avec le *P. officinalis* en ce qui concerne leurs feuilles végétatives. Il y a seulement à signaler les particularités suivantes.

Quand le pétiole est demi-cylindrique, les faisceaux restent toujours disposés en fer à cheval à branches plus ou moins ouvertes. Mais s'il devient cylindrique, les extrémités des branches se rapprochent et les faisceaux ont en outre une tendance à se fusionner en une couronne libéroligneuse : *P. Moutan* (fig. 288).

Les cellules du *Tfi.* du pétiole ne sont pas ponctuées chez *P. intermedia* et *tenuifolia*.

Les palissades, généralement courtes et toujours rameuses, peuvent devenir isodiamétriques et même plus larges que hautes: *P. Moutan* (fig. 289), *intermedia*, *mollis*, etc.

L'épiderme peut être bifacial, à cellules polyédriques à la face interne, et très peu sinueuses à la face externe : *P. Moutan* (fig. 290 et 291).

Les poils sont rares et le plus souvent flétris ou disparus sur la feuille adulte. Toutefois, chez *P. mollis* ils sont nombreux, surtout à la face externe du limbe; ils sont cylindriques, rubanés, assez allongés, membrane mince.

Enfin, sauf dans *P. officinalis*, j'ai observé chez toutes les Pivoines de nombreux cristaux en oursins, spécialement localisés dans le *Tf.* du pétiole au voisinage des faisceaux. On en trouve aussi, mais plus rarement, dans le mésophylle et le *Tf.* des nervures, notamment chez *P. Moutan*.

SEPTIÈME GROUPE.

Type : CLEMATIS FLAMMULA L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Voir R. Sterckx : *Tribu des Clématidées*, dans les Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége, vol. I, pages 23 et 30.

A la base de la pousse de *C. Flammula* existent trois à cinq paires de petites feuilles opposées-décussées, courtes, à base large, de forme triangulaire (fig. 292, pl. XI).

Les feuilles des paires suivantes sont plus allongées, linéaires, sessiles, à sommet arrondi (fig. 293). Plus haut, elles prennent une forme obovale, pétiolée (fig. 294 et 295). Enfin, elles s'allongent et se développent davantage par l'apparition de segments secondaires, entiers, puis découpés (fig. 296), ce qui nous conduit à la forme de la feuille végétative la plus complète.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie**. — En deux points diamétralement opposés du bourrelet annulaire qui représente ici les deux feuilles primordiales opposées, apparaissent deux mamelons primaires correspondant au sommet de ces deux feuilles. Chacune d'elles n'a donc qu'une insertion de 180°.

Bientôt deux autres sommets végétatifs prennent naissance en ordre basipète par rapport au premier. Ils occupent une position intermédiaire entre la gaine et le mamelon, sur lequel ils sont insérés, du moins partiellement (fig. 297). On doit, à mon avis, plutôt les considérer comme des mamelons secondaires.

D'autres mamelons secondaires prennent naissance en ordre acropète (fig. 298 et 299).

***B*. Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Elle comprend (fig. 300) une gaine non ailée, à peine distincte, un pétiole à section subpentagonale, un limbe monacrone qui se compose d'un rachis primaire por-

tant quatre paires de rachis secondaires, articulés à angle droit et terminés chacun par une foliole; les deux paires inférieures portent elles-mêmes une paire de rachis tertiaires. Les folioles sont ovales ou suborbiculaires, entières ou paucilobées.

Parcours. — Chaque feuille reçoit trois faisceaux

L, M, L.

Aussitôt sortis, ils se divisent, comme le montre le schéma (fig. 301). Une branche émanant du M subit une torsion de 180° et vient se placer à la face interne. Une autre, venant du L, pivote sur elle-même pour s'orienter de la même manière.

Il y a dans la gaine des ramifications assez nombreuses qui, finalement, aboutissent à la coupe typique du pétiole comprenant (fig. 302) à la face externe :

m m' L *i* M *i* L *m' m*

et, à la face interne, un nombre variable de marginaux qui s'anastomosent fréquemment entre eux, et peuvent même former un faisceau O dans le plan médian de la feuille.

Au sommet du pétiole, il y a trifurcation du M [1] et bifurcation du L (fig. 303) : l'une des branches du L, renforcée de la branche latérale du M, continue dans le rachis primaire (fig. 301). Le rachis secondaire inférieur reçoit donc l'autre branche du L comme faisceau principal, divers marginaux et d'autres faisceaux greffés sur un arc anastomotique allant de la face interne à la face externe (fig. 301 et 304).

Les autres rachis sont insérés de la même manière, mais avec quelques simplifications du bas vers le haut [2].

[1] Dans cette trifurcation, les branches latérales sont néanmoins beaucoup plus faibles que la branche médiane; ce n'est donc pas une trifurcation proprement dite.

[2] Comme dans les feuilles monacrones d'*Adonis autumnalis*, planche I, figure 2, c'est l'une des branches du L, celle qui est le plus éloignée du M, qui constitue le faisceau principal du rachis secondaire inférieur. Toutefois, dans le cas de la Clématite, il y a une complication consistant en une sorte de « nœud » à l'insertion des rachis secondaires.

Remarquons que, dans chaque foliole, les nervures principales convergent nettement vers le sommet de la foliole (fig. 300).

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole.* Faisceau médian à section ovale, en coin aigu du côté du B_1, B_2 avec éléments de gros calibre, zone cambiale peu arquée, massif libérien allongé tangentiellement. Nombreuses fibres sclérifiées extralibériennes, étroites et allongées.

Entre les faisceaux se trouvent des ponts très développés de cellules à parois épaissies, sclérifiées et ponctuées, qui s'étendent jusqu'à la pointe interne des gros faisceaux et qui dépassent la pointe des plus petits (fig. 302).

Le *Tfi.* est formé de cellules à parois épaissies et ponctuées; pas de cavité centrale.

Le *Tfe.* présente des cellules collenchymateuses dans les cinq arêtes.

L'épiderme est à cuticule lisse ou très finement chagrinée. Stomates. Poils dimorphes.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 303), peu épais. Parenchyme palissadique unisérié, composé de palissades allongées, la plupart simples, quelques-unes rameuses, très serrées. Parenchyme spongieux, dense, à petites cellules ramifiées.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses, membrane mince, cuticule lisse.

Stomates non saillants, à la face externe seulement; les cellules péristomatiques pénètrent quelque peu sous les cellules de bordure.

Poils dimorphes, très nombreux dans le bourgeon, mais la plupart flétris ou disparus à l'état adulte. Les uns (fig. 306) allongés, cylindriques, rubanés, effilés, la plupart à membrane épaissie unilatéralement dans le poil adulte. Les autres courts, claviformes ou pyriformes, à membrane épaisse et à contenu dense. Ceux-ci existent surtout à la face interne du pétiole.

GENRE *CLEMATIS*.

Les feuilles de *C. integrifolia* L. (fig. 307) sont monacrones, sessiles, à limbe entier. Celles de *C. erecta* All., *angustifolia* Jacq, *Vitalba* L., ont, comme *C. Flammula*, un limbe monacrone avec segments secondaires acropètes et rachidés. Les *C. heracleaefolia* D.C. et *Stans* Sieb. et Zucc., ont un limbe à trois segments rachidés, intermédiaire entre le type monacrone et le type triacrone.

Parcours. — Toutes ces feuilles reçoivent trois faisceaux. Toutes possèdent des faisceaux à la face interne du pétiole, qui se forment déjà dès la base de la gaine et qui se disposent sur deux arcs comme dans le *C. Flammula*. A part *C. Vitalba* (fig. 308), les autres espèces présentent dans la coupe transversale de leur pétiole une remarquable ressemblance avec celle de *C. Flammula*.

Dans *C. integrifolia* (fig. 307), les faisceaux L vont se rejoindre avec le M au sommet du limbe.

Le *C. erecta* montre à la face externe du pétiole :

m' *m* *m'* L *i* M *i* L *m'* *m* *m'*,

plus une nombreuse série à la face interne. Les rachis secondaires sont insérés sur les marginaux extrêmes *m* et *m'* après avoir formé avec les autres faisceaux externes un arc anastomotique complet, ainsi que deux bandes transversales avec quelques faisceaux de la face interne (fig. 309).

Dans *C. Stans* et *heracleaefolia,* bien qu'à trois segments, il n'y a pas de trifurcation du faisceau M. Le faisceau L semble se partager également entre le rachis M et le rachis L. (fig. 310 et schéma 311).

En règle générale, on peut signaler dans chaque foliole de Clématite la convergence des nervures principales vers le sommet du limbe.

Histologie. — Au point de vue histologique, ces Clématites se ressemblent beaucoup. Il n'y a guère à signaler comme différant

des caractères du *C. Flammula* que le *Tfi.* à parois minces dans le pétiole de *C. angustifolia*, le mésophylle presque bisérié avec palissades courtes chez *C. erecta*, la cuticule des folioles très distinctement chagrinée chez *C. erecta* et striée chez *C. heracleaefolia*. Enfin, chez cette dernière, les parois latérales des cellules épidermiques à la face interne des folioles sont ponctuées.

HUITIÈME GROUPE.

GENRE RANUNCULUS.

Les nombreuses espèces de ce genre peuvent se rattacher, par l'architecture de leur feuille végétative principale, aux différents groupes étudiés précédemment (1) : les *R. lingua* L., *Flammula* L., *amplexicaulis* L. ont un limbe monacrone; les *R. aquatilis* L., *divaricatus* Schrk., *fluitans* Lmk. ont un limbe triacrone; les *R. âcris* L., *lanuginosus* L., *platanifolius* L. ont un limbe polacrone (2).

Pour l'intelligence de ce genre important et complexe, j'ai cru devoir d'abord faire l'étude approfondie d'un type de chacune de ces trois catégories.

I. — LIMBE MONACRONE.

Type : Ranunculus Lingua L.

En juillet, la pousse qui est insérée sur un rhizome submergé atteint parfois 2 mètres d'élévation; elle porte des feuilles végétatives et des bractées distiques.

Les bourgeons de remplacement se forment aux nœuds du rhizome. Ils se développent en automne ou au printemps suivant : préfeuille, quatre à six feuilles pérulaires, un nombre variable de feuilles végétatives nageantes qui apparaissent ou bien toutes en automne, ou toutes au printemps, ou partie en automne et partie au printemps. L'hivernage a lieu, dans tous les cas, sous l'eau.

FEUILLE VÉGÉTATIVE AÉRIENNE.

A. **Organogénie.** — La feuille primordiale est un manchon fendu, de 360°, qui se relève bientôt au point M. Les bords de la fente grandissent et se recouvrent l'un et l'autre, surtout dans le

(1) Certains auteurs ont voulu faire dériver toutes les Renonculacées du genre *Ranunculus*.

(2) D'autres espèces, dont je n'ai pu me procurer des représentants assez complets, se rattachent nettement au groupe de la Populage, d'autres au groupe de l'Hellébore.

bas (pl. XI, fig. 312). La feuille est alors enroulée en cornet (fig. 313).

Le faisceau M apparaît et se différencie le premier, puis successivement les faisceaux L, *m*, *m'*, *m"*.

B. Feuille adulte.

Caractères extérieurs. — Elle se compose d'une gaine ailée de 360°, d'un pétiole comprimé et canaliculé, d'un limbe ensiforme, lancéolé, aigu, à bords denticulés ou entiers. Les limites de séparation entre gaine, pétiole et limbe ne peuvent être déterminées d'une façon précise.

Parcours. — La feuille reçoit neuf faisceaux (fig. 314) :

m" *m'* *m* L M L *m* *m'* *m"*

qui se disposent sur un seul arc dans le pétiole (fig. 315) et qui, sur la coupe transversale, sont rangés par ordre de taille dans la gaine, le pétiole et le limbe.

Les faisceaux M et L parcourent la feuille presque en droite ligne, depuis la base jusqu'au sommet, et ne se réunissent que tout à l'extrémité de la feuille. Les L restent dans la nervure principale jusque vers le haut de la feuille, tandis que les *m* s'écartent du plan médian foliaire dès la base du limbe pour ne s'en rapprocher qu'au sommet. Les faisceaux *m'* et *m"* aboutissent, à des niveaux différents, dans les bords du limbe.

Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M a une section transversale en forme d'ellipse allongée (fig. 316), la zone cambiale est à peine arquée; deux massifs de libres sclérifiées.

Tfi. très lacuneux; grandes cellules à parois minces; une cavité centrale.

Épiderme à cuticule lisse; stomates; poils.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 317). Parenchyme palissadique unisérié se composant de grandes cellules plus ou moins allongées, avec méats, souvent renflées aux extrémités mais non

rameuses, irrégulières vues de face (fig. 318). Parenchyme spongieux à grandes cellules ramifiées.

Épiderme équifacial, cellules très sinueuses. Cuticule assez épaisse, marquée de fines granulations cireuses.

Stomates saillants, également répartis sur les deux faces.

Poils uniformes, allongés, cylindriques, effilés au sommet, à membrane épaisse (fig. 317).

FEUILLE VÉGÉTATIVE NAGEANTE.

C'est la feuille qualifiée primaire par J. Massart (**34**). On en compte ordinairement six à dix. Ce sont les premières feuilles de la pousse au-dessus de la pérule. Elles sont aussi distiques.

A l'état jeune, le limbe est très épais et d'abord creusé en cuiller (pl XII, fig. 319), avec le sommet infléchi (fig. 320). Puis ce limbe s'enroule en cornet comme dans la feuille aérienne (fig. 321).

A l'état adulte (fig. 322), la feuille se compose d'une gaine ailée avec insertion de 360°, d'un pétiole arrondi, subcylindrique (fig. 323), et d'un limbe oblong, subcordé, obscurément denté. Les trois régions sont nettement distinctes.

PARCOURS. — La feuille reçoit généralement cinq faisceaux :

m L M L *m*,

qui, dans le pétiole, n'échangent que très rarement de fines anastomoses obliques.

A la base du limbe, il y a entre eux des arcs transversaux qui les relient et forment une sorte de « nœud ».

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole*. Ni sclérenchyme, ni assise à plissements autour des faisceaux. Cinq cavités dans le *Tf*. (fig. 323).

b) *Limbe*. Mésophylle homogène (fig. 324) : toutes les cellules sont globuleuses, irrégulières ou isodiamétriques sur la section transversale, et irrégulières vues de face sous les épidermes.

Épiderme équifacial comme dans la feuille végétative aérienne.

Stomates sur les deux faces, mais très rares à la face externe ([1]).

Poils nuls.

FEUILLES BRACTÉALES.

Les supérieures sont sessiles et ne reçoivent que trois faisceaux. Comme les feuilles aériennes et les feuilles nageantes, elles possèdent, à l'extrémité des dents, des organes de sudation ([2]).

FEUILLES PÉRULAIRES.

La préfeuille n'est qu'une gaine triangulaire, à trois faisceaux, orientés comme dans les préfeuilles étudiées précédemment.

Les feuilles pérulaires se composent d'une gaine surmontée d'un petit limbe creusé en cuiller rappelant le stade jeune de la feuille nageante (fig. 320). Toutes sont distiques.

R. amplexicaulis L. — R. Flammula L. — R. gramineus L.

Les feuilles de ces trois espèces sont, comme celles de *R. Lingua*, caractérisées par :

1° Une gaine ailée avec insertion de 360°, un pétiole canaliculé, un limbe plus ou moins longuement lancéolé à bords entiers ou à peine dentés;

([1]) Dans les parterres du Jardin botanique de Liége, j'ai recueilli ces feuilles nageantes devenues aériennes, faute d'eau dans les bassins. J'y ai observé certaines particularités. Leur limbe ne dépasse guère les dimensions d'une pièce de 50 centimes. Dans le pétiole, les faisceaux ont des fibres sclérifiées, et les éléments libéroligneux sont beaucoup plus nombreux. L'hypoderme est collenchymateux.

Dans le limbe, le mésophylle rappelle beaucoup celui de la feuille végétative aérienne et l'épiderme externe possède autant de stomates que l'épiderme interne.

([2]) Voir la note ([3]) au bas de la page 76 du présent Mémoire.

2° L'absence de toute séparation morphologique, tant interne qu'externe, bien précise, entre les trois régions de la feuille [1];

3° La disposition des faisceaux dans le pétiole où ils sont toujours rangés en un seul arc vers la face externe (fig. 325, 326 et 327);

4° La convergence des faisceaux principaux qui se réunissent au sommet du limbe.

Ces trois espèces reçoivent de la tige de sept à onze faisceaux, parmi lesquels un intermédiaire :

m L *i* M *i* L *m*

m' *m* L *i* M *i* L *m* *m'*, etc.,

tandis que ceux du *R. Lingua* forment une série décroissante du médian au marginal extrême :

m'' *m'* *m* L M L *m* *m'* *m''*.

Il y a toujours des stomates sur les deux faces.

Comme caractères spéciaux à chacune d'elles, signalons :

R. Flammula. Deux massifs de sclérenchyme (fig. 325) dans le pétiole, qui se réunissent pour former un étui autour de chaque faisceau dans la gaine.

Mésophylle bifacial : une série de palissades oblongues, simples et régulières, peu serrées.

Épiderme subéquifacial, à cellules peu sinueuses; les parois latérales des cellules sont épaissies et ponctuées.

Poils comme *R. Lingua.*

R. amplexicaulis. Les bords de la gaine sont soudés entre eux jusqu'à un certain niveau; la gaine de la feuille primordiale est donc ici un manchon complet.

Dans la gaine, les faisceaux deviennent très nombreux, une cinquantaine parfois.

[1] Le *R. Flammula* possède deux catégories de feuilles comme le *R. Lingua.*

Un étui sclérenchymateux autour de chaque faisceau; zone cambiale bien arquée (fig. 326).

Mésophylle et poils comme *R. Flammula.*

Épiderme bifacial : cellules irrégulières à la face interne, sinueuses à la face externe.

R. gramineus. Assez souvent un étui sclérenchymateux autour de chaque faisceau dans le pétiole (fig. 327).

Dans le limbe, les faisceaux avec les deux massifs de sclérenchyme ne sont séparés des épidermes que par une seule assise de cellules (fig. 328). Le mésophylle est homogène à cellules globuleuses ou presque homogène; dans ce dernier cas, il existe une assise sous-épidermique que l'on peut considérer comme parenchyme palissadique, et le mésophylle devient alors légèrement bifacial.

Épiderme équifacial à petites cellules polyédriques ou irrégulières, à peine sinueuses.

Je n'ai pas vu de poils.

II. — LIMBE TRIACRONE.

Type : Ranunculus aquatilis L.

La plante [1], en avril, est dressée au fond de l'eau (fig. 329). Elle porte de six à dix feuilles végétatives submergées, en série progressive, puis se termine par une fleur; l'angle phyllotaxique est égal à $^2/_5$. Le bourgeon axillaire de la feuille supérieure (feuille bractéale) continue la tige, qui est donc sympodique à partir de cette hauteur et ainsi dans toute sa région florifère.

Les bourgeons axillaires des feuilles de la série progressive peuvent se développer en rameaux qui, généralement, sont aussi d'abord monopodiques, puis sympodiques.

[1] Je suis bien porté à croire que cette espèce est annuelle et non vivace : Je n'ai pas trouvé jusque maintenant d'organe d'hivernage. La figure 329 montre un axe hypocotylé bien caractérisé.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Feuille primordiale avec gaine de 360°, fendue. Trois mamelons L, M, L, et deux saillies qui deviendront les auricules, comme à l'*Anemone nemorosa* [1].

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Gaine de 360°, ailée et auriculée, pétiole cylindrique, limbe découpé en nombreuses lanières cylindriques supportées par trois rachis primaires inégaux; le segment médian est moins développé que les segments latéraux.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux (fig. 330) :

L M L

qui parcourent la gaine et le pétiole en n'échangeant que de très rares anastomoses obliques (fig. 330 et 331). Les auricules ne sont pas vascularisées.

A la base du limbe, le M se trifurque et le segment médian ne reçoit, dans les cas ordinaires, que la branche médiane. Les segments L reçoivent trois faisceaux qui persistent jusqu'à la deuxième trifurcation. Au delà, il n'existe plus qu'un seul faisceau.

Histologie :

a) *Pétiole*. Le faisceau M (fig. 332) renferme une lacune à la place du B_1 [2], la zone cambiale est très peu active et non arquée.

Pas d'éléments sclérifiés; une assise à plissements bien distincte.

Tf. lacuneux sans cavité centrale.

Épiderme chlorophyllien, faiblement cutinisé, sans poils ni stomates.

[1] Les renseignements fournis par M. Massart (84, p. 218, et pl IV, fig. 59 et 60) s'appliquent à l'organogénie des feuilles bractéales nageantes non laciniées : il se forme, de chaque côté du mamelon M, un mamelon L qui se dichotomise, et le limbe n'est pas, à proprement parler, pentacrone.

[2] Cette lacune n'existe généralement pas dans le bas et le haut du pétiole; elle manque complètement dans les faisceaux L.

b) *Gaine.* Elle est réduite dans les régions marginales et les auricules, aux deux épidermes juxtaposés. Sur la face externe des auricules, de nombreux poils longs, cylindriques, effilés, grêles, à membrane mince.

c) *Limbe.* Les lanières ont une section circulaire (fig. 333), montrant au centre un faisceau à éléments peu nombreux, un mésophylle homogène, presque sans méats, avec corps chlorophylliens très peu nombreux.

Épiderme à cellules polyédriques (fig. 334), subquadrangulaires sur leur face externe, riches en chlorophylle.

Stomates nuls (1).

Poils au nombre de quatre à six, localisés à l'extrémité des lanières; ils sont cylindriques, effilés, peu allongés, hyalins, membrane mince.

FEUILLES BRACTÉALES.

Sur un même pied, elles sont beaucoup plus nombreuses que les feuilles végétatives. Elles sont *submergées* ou *nageantes*.

Les bractées submergées sont lacinées, à pétiole court ou nul, à auricules très développées. Pour le reste, elles ne diffèrent pas des feuilles végétatives.

Les bractées nageantes possèdent une gaine analogue à celle des autres bractées, un pétiole subcylindrique distinct, un limbe (fig. 335) non lacinié, large, à trois segments sessiles et crénelés, libres ou concrescents à la base, le médian moins développé que les deux latéraux qui sont plus ou moins profondément bilobés.

Le faisceau L se bifurque en deux branches égales dès la base

(1) On trouve cependant parfois quelques stomates à la face supérieure des lanières et uniquement à la pointe. E. Mer explique ce fait par une influence héréditaire : « L'extrémité de ces feuilles se trouvant plus rapprochée de la surface de l'eau et pouvant même fréquemment en sortir, possède un caractère plus aérien que tout le reste de l'organe ». Cf. *Bulletin de la Soc. bot de France*, 1886, t. XXXIII, p. 125.

du limbe, formant ainsi les nervures des deux lobes du segment latéral.

Le mésophylle devient nettement bifacial (fig. 336), avec palissades simples, bien caractérisées et mésophylle spongieux à cellules ramifiées.

Épiderme bifacial, cellules presque polyédriques à la face interne (fig. 337), sinueuses à la face externe (fig. 338).

Stomates à la face interne seulement; leurs ostioles sont orientés suivant la direction des nervures principales.

Poils à la face externe, nombreux, allongés, cylindriques, effilés, à membrane épaisse, avec cellules circumpilaires disposées en rosace.

Remarque. — Costantin fait observer (**18**) que, dans une eau profonde, toutes les feuilles bractéales sont laciniées. D'autre part, si une bractée laciniée se développe accidentellement dans l'air, les dichotomies sont moins nombreuses, les lanières plus courtes; de plus, celles-ci s'aplatissent et leur section devient elliptique. En même temps, il se produit immédiatement une rangée de cellules palissadiques à la face interne et le reste du mésophylle forme un parenchyme spongieux. Des stomates apparaissent sur les deux faces.

M. Askenasy ([1]) signale à l'extrémité des feuilles submergées et laciniées des stomates moins grands que sur les feuilles aériennes, d'une existence éphémère et qui sont par conséquent à rechercher sur les feuilles jeunes. Ils existeraient aussi sur la face interne des cotylédons submergés.

R. divaricatus Schrk. — **R. fluitans** Lmk.

Ces deux espèces aquatiques présentent une remarquable analogie avec le *R. aquatilis*.

([1]) *Ueber den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen*, in Bot. Zeit., 1870.

Toutes trois sont caractérisées par :

1° Région florifère sympodique;

2° Gaine auriculée, pétiole cylindrique ou aplati, jamais canaliculé, limbe triacrone, à segments rachidés, découpés en lanières capillaires. Le segment médian est toujours moins développé et plus courtement rachidé que les segments latéraux;

3° Parcours et caractères histologiques comme au *R. aquatilis*.

Remarquons que chez *R. divaricatus*, du moins sur les individus que j'ai observés, existaient de nombreux poils raides, courts, cylindriques, aigus, à membrane épaisse, répandus sur la gaine, le pétiole, la moitié inférieure du limbe et le sommet des lanières.

Je n'ai pas trouvé de caractère morphologique autre que celui résultant de l'existence des poils, pouvant expliquer la « divarication » des découpures du limbe.

Chez *R. fluitans*, je n'ai observé que deux à quatre poils courts, raides, cylindriques, aigus, exclusivement localisés au sommet des lanières comme chez *R. aquatilis*. Ces poils finissent généralement par tomber quand la feuille est adulte.

D'autres Renoncules à feuilles triacrones seront étudiées dans le paragraphe suivant; elles présentent des affinités plus étroites avec les Renoncules à feuilles polacrones.

III. — LIMBE POLACRONE.

Type : **Ranunculus Acris** L.

La pousse florifère, en mai-juin, porte une quinzaine de feuilles végétatives, à divergence $^2/_5$, le plus grand nombre à insertion souterraine; quelques-unes à insertion aérienne; plus un certain nombre de bractées.

Pendant et après la floraison, sur la tige souterraine et sous les feuilles les plus inférieures, on observe des bourgeons de remplacement qui développent leur pérule et une rosette de feuilles végétatives; ils s'affranchissent de la tige mère en produisant des racines adventives. L'ensemble forme une souche.

L'hiver arrête la production des feuilles qui recommencera au printemps. Donc, deux foliaisons sur la même pousse interrompue par les froids, sans organes spéciaux pour l'hivernage.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Cinq mamelons primaires, en ordre basipète, se différenciant dans une feuille primordiale dont la gaine fendue a une insertion de 360°. Comme chez Aconit Napel.

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Gaine longuement ailée, légèrement auriculée; pétiole cylindrique, canaliculé ou non, parfois aplati; limbe polacrone à segments sessiles, parfois un peu concrescents à la base, paucilobés (fig. 340) ou multifides (fig. 341), à contour subpentagonal. Varie beaucoup quant à la villosité et aux découpures du limbe.

Parcours. — La feuille reçoit le plus souvent neuf faisceaux :

m' *m* L *i* M *i* L *m* *m'*.

Dans la gaine, ils sont rangés sur un seul arc vers la face externe, mais dans le pétiole, les marginaux extrêmes se placent, à la suite d'un pivotement, à la face interne.

Dans toute la longueur du pétiole, ils échangent entre eux de fines anastomoses obliques.

A la base du limbe (fig. 343), le M se trifurque, les L se bifurquent. Ceux-ci, renforcés, vont dans le segment latéral tandis que les faisceaux *m*, aussi renforcés, constituent les faisceaux principaux du segment marginal.

Histologie :

a) *Pétiole*. Dans le faisceau M (fig. 344), les éléments de B_1 sont disséminés parmi les fibres primitives non différenciées, mais qui deviennent assez souvent collenchymateuses; les plus larges vaisseaux du B_2 sont sur les côtés du faisceau; zone cambiale arquée; liber en un groupe arrondi; un massif de fibres

sclérifiées extralibériennes. Autour du bois, une assise à plissements qui peut être remplacée par un arc sclérifié intraligneux.

Tf. avec cavité centrale.

Épiderme à cuticule épaisse et fortement striée. Stomates et poils.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 345) : parenchyme palissadique unisérié à cellules cylindriques assez allongées, simples, serrées, mais séparées par d'étroits méats; parenchyme spongieux formé de cellules ramifiées.

Épiderme bifacial : cellules irrégulières ou polyédriques à la face interne, sinueuses à la face externe. Cuticule mince et lisse.

Stomates saillants, rares à la face interne. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure.

Poils nombreux, persistants, allongés, cylindriques, effilés, à membrane épaisse, soulevés sur un piédestal par les cellules circumpilaires, surtout sur le pétiole.

FEUILLES BRACTÉALES.

Elles forment une série régressive qui se simplifie rapidement jusqu'à la petite bractée supérieure, longue de 1 à 2 millimètres et qui ne reçoit plus qu'un seul faisceau.

Elles n'offrent rien d'important à signaler.

FEUILLES PÉRULAIRES.

Ce sont des feuilles végétatives à gaine bien développée et dont le limbe est arrêté dans son développement dès les premiers stades.

La préfeuille possède trois mamelons et un pétiole à peine distinct (fig. 346). Elle est orientée comme les autres préfeuilles étudiées précédemment : la fente de la gaine est du côté opposé à la tige (fig. 347).

Les feuilles pérulaires, en nombre variable (3 à 6), forment une série progressive.

J'ai examiné les espèces suivantes :

R. aconitifolius L.; *R. arvensis* L.; *R. auricomus* L.; *R. bulbosus* L.; *R. hederaceus* L.; *R. lanuginosus* L.; *R. muricatus* L.; *R. nemorosus* DC.; *R. parviflorus* L.; *R. platanifolius* L.; *R. repens* L.; *R. sardous* Crantz; *R. sceleratus* L.; *R. tuberosus* Lapeyr.

Caractères extérieurs. — Toutes possèdent une gaine ailée (fig. 348 et 349), à insertion de 360°, presque toujours auriculée, à auricules plus ou moins développées.

Bien que je n'aie pas vu d'auricules chez *R. arvensis* (fig. 350), je crois néanmoins que l'on peut établir comme règle générale la présence d'auricules sur la gaine.

Le pétiole, souvent canaliculé, est aplati ou subcylindrique chez : *R. repens* (fig. 351); *R. sceleratus* (fig. 352); *R. sardous* (fig. 353); *R. muricatus* (fig. 354); *R. bulbosus* (fig. 355); *R. arvensis* (fig. 356); *R. parviflorus* (fig 357); *R. auricomus* (fig. 358); *R. nemorosus* (fig. 359); simplement subcylindrique chez : *R. aconitifolius* (fig. 360); *R. hederaceus* (fig. 361); parfaitement cylindrique au contraire chez : *R. lanuginosus* (fig. 362); *R. platanifolius* (fig. 363); *R. tuberosus* (fig. 364).

Le limbe est polacrone à 5-7 segments plus ou moins concrescents à la base chez : *R. platanifolius*, *R. lanuginosus* (fig 365), *R. aconitifolius*, *R. nemorosus* (fig. 366 et 367); il est triacrone à segments concrescents chez : *R. parviflorus*, *R. muricatus* (fig. 368), *R. auricomus* (fig. 369); triacrone à segments non concrescents, mais au contraire rachidés, les deux latéraux parfois sessiles et le médian toujours plus longuement rachidé que les autres : *R. bulbosus* (fig. 370), *R. sardous* (fig. 371 et 372), *R. repens* (fig. 373), *R. arvensis* (fig. 374).

Enfin, il peut y avoir des cas où le limbe soit tantôt triacrone, tantôt polacrone : *R. sceleratus*, *R. hederaceus* (fig. 375) avec des lobes superficiels ou profonds.

Le *R. tuberosus* peut avoir ses segments rachidés (fig. 376) ou sessiles (fig. 377).

Les découpures du limbe, lobes ou dents, sont en général

assez variables, même dans une espèce donnée (fig. 366 et 367, fig. 371 et 372).

Parcours. — Plusieurs espèces reçoivent trois faisceaux, beaucoup plus rarement cinq :

m L M L *m*.

D'autres de cinq à neuf, généralement sept :

m L *i* M *i* L *m*.

Ce sont *R. bulbosus, sardous, nemorosus.*

Il en est qui reçoivent de onze à quinze faisceaux : *R. tuberosus, lanuginosus, aconitifolius.*

Enfin, le nombre peut s'élever jusqu'à trente et au delà chez *R. platanifolius.*

Ces faisceaux parcourent la gaine ou tout au moins sa moitié inférieure, rangés sur un seul arc. Dans le haut de la gaine, les marginaux extrêmes tournent sur eux-mêmes et se placent, dans le pétiole, à la face interne. Beaucoup plus rarement, on voit des faisceaux se détacher des faisceaux L, M, L, subir une torsion de 180° et s'orienter inversement. C'est le cas pour *R. platanifolius* et pour quelques petits faisceaux chez *R. tuberosus, lanuginosus* et *aconitifolius*, toutes espèces qui ont une gaine longuement ailée et épaisse.

Les auricules ne sont pas vascularisées, sauf chez *R. platanifolius* et *sceleratus*, où quelques ramifications des marginaux vont se terminer en pointe libre près du bord des auricules. D'ailleurs la vascularisation des auricules tout aussi bien que leur plus ou moins grand développement dépend un peu de la vigueur des individus et par conséquent des conditions de milieu.

Dans le pétiole, il y a donc toujours des faisceaux à la face interne pour autant que l'importance et la grosseur de ce pétiole permettent un nombre de faisceaux suffisant.

A la base du limbe existe un nœud produit par la trifurcation du faisceau M et la bifurcation de L. La branche externe de ce dernier, renforcée de la branche latérale du M, se rend dans le segment L du limbe. Les marginaux et tous les faisceaux de la

face interne se séparent en deux groupes dans le plan médian de la feuille. Ils se rendent, quand il n'y a que trois segments au limbe, dans le bord inférieur du segment L : *R. auricomus, sardous*, etc. Plus rarement on voit le faisceau *m* se joindre au faisceau L : *R. repens*. Quand il y a cinq segments ou plus, une branche du *L* renforce le faisceau *m* pour constituer le faisceau principal du segment marginal.

Chez *R. platanifolius*, on voit apparaître vers le sommet du pétiole, dans le sein du *Tfi*, des cordons de cellules étroites et allongées, dont quelques-unes se différencient en trachées à spiricules très serrées. En même temps se produisent les faits généraux concernant la trifurcation et la bifurcation des faisceaux principaux (fig. 378). Tout à la base du limbe, ces trachées deviennent brusquement très nombreuses et prennent des directions transversales. Au même niveau, les faisceaux de la face interne s'infléchissent vers la face externe (fig. 379) en donnant lieu à une voûte anastomotique très complexe. Il y a donc retour des faisceaux internes vers les faisceaux externes, leur lieu d'origine.

Histologie :

a) *Pétiole*. La section transversale du faisceau M des Renoncules du groupe III (fig. 385 à 389) présente un facies typique et caractéristique, à part le *R. hederaceus* qui se rattache aux *R. aquatilis*.

Les éléments du B_2 sont toujours disposés de telle sorte que les plus larges soient sur les côtés du faisceau; la zone cambiale est arquée; le liber est arrondi; il existe un massif de fibres sclérifiées extralibériennes.

Les fibres primitives intra-ligneuses sont assez souvent collenchymateuses; elles sont entourées d'une assise à plissements qui n'est visible qu'autour du bois, mais qui est susceptible de sclérification plus ou moins parfaite, ainsi que les cellules contiguës, de telle sorte que le faisceau est, dans ces cas, entouré d'un étui sclérenchymateux. Diverses combinaisons peuvent donc ainsi se produire avec le sclérenchyme, le collen-

chyme et l'assise à plissements, sans qu'aucune de ces combinaisons soit cependant la caractéristique de l'espèce. Elles paraissent dépendre essentiellement des conditions de végétation. Toutefois, la sclérification est toujours plus intense dans l'arc libérien que dans l'arc ligneux.

Le *Tf.* interne, lacuneux chez *R. sceleratus*, présente toujours une cavité centrale qui disparaît dans le haut du pétiole.

Le tissu intrafasciculaire n'est sclérifié que chez *R. platanifolius.*

L'épiderme est généralement à cuticule lisse, mais elle peut être chagrinée (*R. tuberosus*) ou striée (*R. auricomus*).

b) *Gaine.* Il importe de remarquer qu'en règle générale, et tout au moins dans le bas de la gaine, chaque faisceau est entouré d'un étui sclérenchymateux complet, plus épais que dans le pétiole et qui existe même quand le sclérenchyme du pétiole est presque nul (*R. aconitifolius*).

c) *Limbe.* Mésophylle toujours bifacial. Le parenchyme palissadique, bisérié chez *R. sceleratus* et *hederaceus* (fig. 380), est unisérié dans les autres espèces. Les palissades sont toujours simples, parfois courtes et irrégulières (*R. platanifolius*), généralement courtes, oblongues ou elliptiques, laissant entre elles des méats plus ou moins larges. Le parenchyme spongieux est à grandes cellules ramifiées.

Il n'y a aucun caractère spécifique à tirer du mésophylle. Comparez la figure 381, *R. arvensis* provenant des moissons, avec la figure 382, la même espèce provenant d'un jardin (1).

Épiderme bifacial (*R. sceleratus*, fig. 383 et 384), à cellules irrégulières, même polyédriques à la face interne, très sinueuses à la face externe, sauf chez *R. hederaceus* où il est équifacial, à petites cellules sinueuses. Parfois subéquifacial (*R. sardous* et *bulbosus*). La cuticule est mince et lisse, ou chagrinée (*R. parvi-*

(1) Certaines palissades du *R. arvensis* présentent souvent une saillie qui proémine dans la chambre stomatique; deux saillies en face l'une de l'autre se juxtaposent bout à bout, formant ainsi un pont qui divise cette chambre en deux compartiments.

florus), ou striée à la face externe (*R. tuberosus*), ou enfin chagrinée à la face interne (*R. muricatus*), etc.

Les stomates sont plus ou moins saillants, sauf *R. tuberosus, auricomus, platanifolius, sceleratus*. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure, sauf chez *R. tuberosus*. Ils sont répandus sur les deux faces du limbe, mais généralement moins nombreux à la face interne; ils peuvent néanmoins y devenir aussi nombreux qu'à la face externe (*R. nemorosus, auricomus*, etc.), ou plus nombreux (*R. sceleratus*, fig. 383 et 384), et même devenir presque nuls à la face externe (*R. hederaceus*).

Poils unicellulaires, uniformes, cylindriques, effilés, rarement à membrane mince (poils rubanés de *R. sceleratus*), plus souvent à membrane épaisse. Ils sont presque toujours accompagnés de cellules circumpilaires régulièrement disposées en rosace, qui sont susceptibles de se soulever en piédestal, surtout dans le haut du pétiole et même sur le limbe. C'est chez *R. sardous* (fig. 390, 391, 392) que le soulèvement atteint la plus grande hauteur. Il y a absence de piédestal chez *R. bulbosus, arvensis, muricatus, aconitifolius, sceleratus*.

Je n'ai pas vu de poils chez *R. hederaceus*.

Il existe des sphérocristaux chez *R. muricatus* (particulièrement dans le limbe), *R. sardous* (haut du pétiole), *R. aconitifolius* (épiderme externe du limbe), *R. platanifolius* (partout).

La plus ou moins grande quantité de ces cristaux est variable suivant les individus (*R. aconitifolius*).

NOTES CRITIQUES.

Note I. — La gaine.

Certains auteurs, tels que De Candolle (2), Germain de Saint-Pierre (9), Sachs (11), etc., désignent sous ce nom la région inférieure de la feuille « formant un cylindre creux » lorsque cette partie est élargie en une membrane qui embrasse complètement la tige.

Pour Van Tieghem (31), c'est la base dilatée de la feuille par où elle s'attache au pourtour du nœud, en enveloppant plus ou moins la tige à la façon d'un étui.

Nous avons réduit le plus possible la compréhension de ce terme et par suite augmenté son étendue. Quelles que soient sa forme et ses dimensions, la gaine est la région la plus inférieure de l'appendice foliaire. Dans les cas les plus simples, elle pourrait ne comprendre, à l'état adulte de la feuille, que la région d'insertion ou base d'attache.

Note II. — L'ochrea.

Ce terme, qui signifie *guêtre,* a été introduit dans le langage botanique par Wildenow pour désigner plus particulièrement la gaine de la plupart des Polygonées. Van Tieghem (31) considère cette dernière comme formée par des stipules concrescentes, à la fois en dedans du pétiole en passant dans l'aisselle entre lui et la tige, et du côté diamétralement opposé à la feuille, de manière à former une gaine qui enveloppe la base de l'entrenœud supérieur. Colomb (23) déduit de l'examen du parcours des faisceaux que l'ochrea est un organe complexe formé de deux parties : l'une opposée à la feuille qui est la gaine de cette feuille, l'autre placée à l'aisselle de la feuille et détachée du

pétiole, c'est une ligule. Ce serait la même chose chez les Graminées, avec cette différence que, dans les Graminées, la gaine proprement dite est très développée et se prolonge peu au delà du point d'insertion du limbe, tandis que chez les Polygonées, la gaine proprement dite reste très courte et se prolonge beaucoup au-dessus du pétiole où, réunie à la ligule, elle forme l'ochrea.

Si nous rapprochons des renseignements fournis par Trécul (**3**, pl. XXV, fig. 167, 168, 169) sur l'ochrea des Polygonées, les observations que nous avons faites sur la gaine du *Caltha* et celle du *Trollius*, nous pouvons conclure que la gaine vaginée de ces plantes, surtout celle du *Caltha*, est un véritable ochrea se formant d'une manière identique, sur la feuille primordiale, à celui des Polygonées; elle en diffère seulement par sa faible vascularisation, sa courte durée et sa destruction par les feuilles suivantes, destruction occasionnée par la faible hauteur des entrenœuds.

Des observations supplémentaires faites sur la feuille de *Potamogeton lucens* me permettent d'étendre les mêmes remarques à la gaine foliaire (ochrea fendu) de cette plante.

Note III. — La ligule.

Il est bien établi aujourd'hui [Colomb (**26**), Van Tieghem (**31**), etc.] que la ligule des Graminées n'est pas une ramification du limbe dans son plan, mais bien un prolongement de la gaine.

La feuille adulte du *Caltha* et celle du *Trollius* possèdent une ligule formée à la suite du déchirement de leur gaine vaginée, par le développement des feuilles puînées.

Note IV. — Auricules et stipules.

J'ai désigné sous le nom d'*auricules*, les dépendances latérales de la gaine adulte quelle que soit leur forme (*Adonis*, pp. 13

et 14). Ces auricules naissent sur la gaine primordiale à la façon d'un segment primaire de limbe.

Dans le genre *Adonis*, les auricules sont multifides (pl. I, fig. 1). Chez *A. volgensis* et *vernalis* (pp. 19 et 20, pl. I, fig. 11 et 19) où le pétiole est nul, elles deviennent des segments marginaux dans le limbe adulte.

Dans les autres genres, *Anemone*, *Isopyrum*, *Ranunculus*, etc., elles affectent généralement une forme plus ou moins arrondie, entière ou dentelée, qui leur a valu le nom d'*oreillettes* ou *auricules :* figures 55, 160, 375.

Partout, elles ont la même valeur organogénique.

Dans le genre *Thalictrum*, De Candolle, Lamarck, Lecoyer considèrent les expansions latérales du pétiole comme des oreillettes dépendant de la gaine, et le genre entier serait ainsi exstipulé. M. Mansion (**35**) a montré que les expansions pétiolaires du *Thalictrum flavum* dépendent de la gaine, mais il donne le nom de *stipules* à ce que nous avons appelé *auricules* ou mieux *gaine auriculée.*

Je crois, en effet, qu'il y a lieu d'établir une distinction entre les dépendances latérales de la gaine des Renonculacées et les organes spécialisés, bien individualisés, naissant indépendants de la feuille, à côté d'elle et souvent avant elle, et pour lesquels M. Colomb (**26**) réserve avec raison le nom de *stipules.* La stipule est ainsi définie par cet auteur : « tout appendice inséré sur la tige et dont le système vasculaire est exclusivement formé de dérivations empruntées aux faisceaux foliaires ». Ces dérivations sont très précoces et naissent avant que les faisceaux foliaires soient sortis de la tige.

Il n'en est pas de même des auricules, qui ne sont ordinairement pas vascularisées ou qui, quand elles le sont, sont parcourues par une ou plusieurs ramifications des marginaux extrêmes, ou, en leur absence, des latéraux, ramifications qui prennent naissance dans la gaine elle-même.

Il n'y a pas de stipules dans la famille des Renonculacées où leur existence n'est pas possible à cause de l'insertion foliaire

de 360°. Ce caractère rapproche les Renonculacées des Monocotylées, où l'existence de stipules a souvent été contestée ([1]).

Note V. — Le limbe.

Beaucoup d'auteurs ont réservé le nom de limbe à la partie généralement plane et foliacée de la feuille.

Nous avons donné à ce terme la plus grande étendue possible, en désignant sous ce nom tout ce qui surmonte le pétiole dans une feuille complète, simple ou composée. C'est ainsi que je nomme limbe dans l'*Anemone nemorosa*, par exemple, l'ensemble des trois segments foliaires et de leurs rachis, dans les *Thalictrum*, l'ensemble de tous les rachis et des folioles souvent au nombre de plusieurs centaines.

Note VI. — Les rachis.

L'étude de l'organogénie et de la morphologie des feuilles d'*Adonis* (pp. 12, 13 et 19) nous a conduit à une nomenclature des rachis quelque peu différente de celle qui est généralement adoptée.

Les rachis sont, dans chaque segment du limbe, ce qu'est le pétiole dans la feuille entière. Un rachis primaire est le support d'un segment primaire et de toutes ses subdivisions; un rachis secondaire est le support d'un segment secondaire et de toutes ses subdivisions, et ainsi de suite.

Note VII. — La feuille simple et la feuille composée.

De nombreux auteurs, à la suite de De Candolle (2), admettent qu'une feuille est composée quand elle est formée de parties articulées les unes sur les autres et séparables, sans déchirement

([1]) D'après la description des « stipules » des Rosiers, donnée par M. Parmentier, ces dépendances latérales de la gaine sont donc, dans le genre *Rosa*, de parfaites auricules. (Cfr. P. Parmentier, *Recherches anatomiques et taxinomiques sur les Rosiers*, in Ann. de la Soc. sc. nat., 1897, 8e série, t. VI.)

à la fin de leur vie. Ces pièces foliaires se nomment folioles ou pinnules.

Vesque (17) notamment est de cet avis. Il déclare que toutes les Renonculacées ont des feuilles simples et adopte dans son Mémoire sur les Ranales le terme « peu correct de pétiolule », à défaut d'autre.

Avec Linné (1), Van Tieghem (31) et d'autres auteurs, j'ai admis comme feuille composée, toute feuille dont le limbe présente un ou plusieurs rachis distincts : *Adonis autumnalis*, *Anemone nemorosa*, *Aquilegia vulgaris*, etc.

Dès lors, la *foliole* est une des portions, généralement plane et étalée du limbe composé, avec le rachis ou l'article du rachis qui la supporte. Ce dernier peut être appelé *pétiolule*. Les folioles peuvent être sessiles. Ainsi dans une feuille d'*Aquilegia vulgaris*, page 46, comprenant neuf folioles, les pétiolules sont les six rachis secondaires et les articles supérieurs des trois rachis primaires L, M, L.

Note VIII. — Le faisceau médian supérieur.

Dans la coupe transversale du pétiole, Vesque (17) semble attacher beaucoup d'importance au faisceau médian supérieur, celui qui se trouve à la face interne, et que j'ai souvent désigné par O. Il signale sa présence chez *Hepatica triloba*, *Caltha palustris*, *Anemone pulsatilla*, *Clematis Vitalba*, etc.

A ce sujet, M. Petit (25) déclare « qu'à 2 millimètres de » l'initiale (coupe pratiquée à la base d'insertion) du pétiole de » *Clematis Vitalba*, on voit les deux faisceaux supérieurs (que » nous avons nommés marginaux) donner naissance à deux » autres faisceaux qui se rapprochent l'un de l'autre et sont complètement soudés vers 3mm5. A partir de là, il n'y a plus de » changement dans la disposition des faisceaux. Parmi les Renonculacées, je n'ai trouvé, ajoute cet auteur, une semblable formation d'un faisceau médian supérieur que dans le *Delphinium* » *Staphysagria* ; on la rencontre, au contraire, chez toutes les » Géraniacées et les Malvacées. »

Je puis dans tous les cas affirmer, bien que M. Petit n'ait vu le faisceau médian supérieur, ou interne, que dans deux cas déterminés, que ce faisceau est assez fréquent dans la famille des Renonculacées. On le rencontre çà et là, sporadiquement, dans les genres qui présentent un arc interne de faisceaux pétiolaires.

Il n'a pas la même origine que le faisceau M (voir p. 28). Il apparaît, en effet, dans la gaine ou à la base du pétiole provenant des marginaux ou des divers faisceaux de l'arc externe.

Il est loin d'avoir la même importance que le faisceau M. Nous le voyons, en effet, dans la grande majorité des cas, disparaître au sommet du pétiole et s'y comporter exactement comme un marginal : *Hepatica triloba*, page 45.

Il n'a pas la constance du faisceau M. Ce dernier ne manque jamais. Le médian supérieur peut exister à certain niveau et disparaître à un niveau plus élevé, et même réapparaître ensuite. Ainsi dans un pétiole d'*Anemone nemorosa*, j'ai pu le suivre jusque vers le tiers inférieur, où il s'est divisé pour ne plus se reformer. Dans un autre pétiole de la même espèce, il a apparu au-dessus de la gaine et s'est maintenu jusqu'au sommet du pétiole. Enfin, certains matériaux n'avaient jamais de médian supérieur à aucun niveau. Le médian supérieur n'a donc jamais qu'une importance de second ordre et, à la rigueur, ne mérite aucune appellation spéciale. On peut donc établir que les faisceaux de l'arc interne, quelle que soit leur origine, ne sont que des marginaux et se comportent comme tels. Les *Actaea*, planche V, figure 130, et les *Thalictrum*, planche VI, figure 144, montrent bien un groupe de faisceaux opposés au médian qui accompagnent ce dernier dans le rachis M, mais ce n'est qu'après avoir contribué, avec les marginaux, à la formation de la voûte anastomotique de la base du limbe. Le *Ranunculus platanifolius* possède aussi, dans l'arc interne, un groupe nombreux de faisceaux qui se comportent visiblement d'une façon spéciale. (Voir p. 112.)

Note IX. — Mode de végétation comparé de quelques espèces.

Ceci pourrait sembler un hors-d'œuvre dans un travail traitant de l'anatomie des feuilles. J'ai été amené à m'occuper de cette question en recherchant des matériaux pour l'étude, à tous les âges, de toutes les feuilles d'une espèce déterminée. Il y a là une mine précieuse de renseignements des plus intéressants, au point de vue de l'histoire des plantes. Je crois même qu'il ne serait pas sans profit de créer une sorte d'Éthologie végétale à l'instar de ce qui existe en zoologie.

Voici quelques observations générales complémentaires qui pourraient être utilisées dans ce but.

Plantes cespiteuses. — Les souches sont formées par les parties persistantes des tiges des années antérieures. La persistance pouvant être de plusieurs années, il peut exister des sortes de rhizomes courts et obliques, greffés l'un sur l'autre en sympode : *Actaea* (pl. V, fig. 123). Si la persistance est de peu de durée, le rhizome est alors court et il développe un grand nombre de racines adventives qui lui permettent de s'affranchir de bonne heure de la tige mère : *Caltha* (pl. VIII, fig. 214).

La pousse florifère traverse une période de repos qui est généralement l'hiver, sous la protection d'un abri formé par :

1° des feuilles pérulaires, qui sont les premières feuilles de la pousse. Le bourgeon est souterrain. Il n'y a qu'une foliaison printanière qui précède la floraison : *Actaea spicata, Paeonia officinalis, Cimicifuga fœtida, Aconitum Napellus*;

2° les gaines des feuilles végétatives de la région moyenne de la pousse. Le bourgeon est souterrain. Il y a deux foliaisons sur la même pousse : l'une, printanière, qui précède la floraison; l'autre, estivale, qui se fait pendant et après la floraison : *Aquilegia vulgaris, Ranunculus acris* (p. 107);

3° les gaines des feuilles végétatives supérieures. Le bourest souterrain. Il n'y a sur la même pousse qu'une seule foliaison qui s'est produite l'année antérieure à la floraison : *Caltha palustris* (p. 72);

4° des feuilles différenciées spécialement en vue de l'hivernage et apparaissant au-dessus des feuilles végétatives supérieures. Le bourgeon est en partie souterrain, partie aérien. Une seule foliaison comme au *Caltha* : *Trollius europaeus* (p. 60);

5° des bractées. Le bourgeon est entièrement aérien : *Helleborus fœtidus* (p. 79).

Plantes rhizomateuses. — Moins nombreuses dans les Renonculacées. L'*Helleborus colchicus* a un rhizome sympodique quand il devient florifère : le mode de végétation rappelle beaucoup celui de l'*Anemone nemorosa* [1]. Voir page 26.

Remarque. — Dans l'*Helleborus fœtidus* et le *Trollius europaeus* il a été signalé l'existence de deux pérules, l'une foliaire, inférieure, l'autre florale, supérieure.

Chez *Trollius*, la pérule florale est constituée par des feuilles différenciées. Chez *Helleborus*, ce sont les bractées inférieures qui protègent les fleurs pendant l'été et l'automne.

En réalité, toutes les pousses florifères ont une pérule florale formée par l'ensemble des bractées, et si le fait est plus tangible chez l'Hellébore, cela tient à ce que chez cette plante il existe un état de repos relatif ou de ralentissement dans la végétation qui précède l'épanouissement des fleurs.

[1] Rappelons ici que les *Ranunculus aquatilis, divaricatus, fluitans, hederaceus*, etc., sont toujours sympodiques dans leur région florifère.

SECONDE PARTIE.

PLAN DE LA SECONDE PARTIE.

I. — Synthèse des observations faites dans la famille des Renonculacées.

A. Étude de la feuille dans le temps;

B. Étude de la feuille dans l'espace :

1° Étude à tous les niveaux de ce membre :

a) Parcours des faisceaux;

b) Histologie.

2° Étude comparative des feuilles insérées à diverses hauteurs le long d'une même tige.

3° Influence du milieu.

II. — Anatomie systématique des Renonculacées dans l'état actuel de nos connaissances.

Liste alphabétique des espèces citées.

Renseignements historiques et bibliographiques.

I. — SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS FAITES DANS LA FAMILLE DES RENONCULACÉES.

Contribution à la théorie de la feuille.

Au point de vue morphologique, on doit donner le nom de feuille à tout membre appendiculaire de la tige caractérisé par une croissance limitée et par l'existence d'un seul plan de symétrie. Toute feuille possède une base d'insertion plus ou moins large, un sommet organique plus ou moins atténué, une face interne (ou ventrale tournée primitivement vers la tige et ordinairement supérieure après étalement), une face externe (dorsale ou inferieure), enfin deux moitiés, une à droite, l'autre à gauche.

Une feuille complète se compose de trois régions presque toujours superposées : la gaine, le pétiole, le limbe.

Gaine. La gaine est la région basilaire de la feuille. Elle rattache les autres régions à la tige. Sa forme extérieure, tout aussi bien que sa structure interne, est susceptible de variations suivant le niveau.

Il y a lieu de distinguer la gaine dans le bourgeon et la gaine dans la feuille adulte.

La gaine se différencie de bonne heure dans la feuille primordiale et se développe rapidement. Elle peut atteindre son état adulte dans le bourgeon et y manifester sa pleine vitalité dans toutes ses parties. Dans ce cas, elle revêt sa forme parfaite avant l'épanouissement du limbe et exerce un rôle de protection envers les feuilles plus jeunes situées en dedans.

Quand la feuille est adulte, la forme de la gaine est susceptible de modifications, car sa région antérieure seule partage la destinée du pétiole. La vie se retire des régions latérales et postérieures devenues inutiles. Aussi la forme de la gaine de la

feuille adulte peut-elle être très différente de la forme de la gaine dans le bourgeon (*Caltha*).

Un temps plus ou moins long peut s'écouler entre l'état adulte de la gaine et celui du limbe qu'elle supporte. Ainsi certaines feuilles de *Caltha* ont leur gaine adulte en été et leur limbe n'atteint cet état qu'au printemps suivant.

La gaine adulte de la feuille végétative peut être :

a) *Simple* ou *non ailée* ; c'est tout bonnement un élargissement court et subtriangulaire de la base de la feuille : *Garidella Nigellastrum*, planche II, figure 21. Il n'y a pas, dans ce cas, de régions latérales où la vitalité soit moins active. Toutes les régions de la gaine ont les mêmes fonctions que le pétiole ;

b) *Ailée ;* elle est plus ou moins allongée, élargie, aplatie sur ses bords où elle est submembraneuse : *Ranunculus arvensis*, planche XIII, figure 350. La vitalité est généralement nulle dans les régions latérales qui deviennent « scarieuses » dans la feuille adulte. La région antérieure seule partage les fonctions du pétiole ;

c) *Auriculée ;* elle est courte, et les régions latérales, naissant sur la gaine primordiale comme un segment primaire de limbe, ont une forme variable. Tantôt étalées, arrondies, membraneuses (*Anemone nemorosa*, planche III, figure 55); tantôt multifides (*Adonis autumnalis*, planche I, figure 1). Quand elles sont vascularisées, elles conservent plus longtemps leur vitalité dans la feuille adulte ;

d) *Auriculo-ailée ;* elle est plus ou moins allongée avec deux auricules variablement développées dans le haut des régions latérales : *Ranunculus repens*, planche XIII, figures 348 et 349 ;

e) *Vaginée*, en forme de doigt de gant de longueur variable avec une ouverture apicale. Il y a toujours deux régions, l'une dans le prolongement du pétiole, l'autre parallèle au pétiole sur une certaine hauteur, *Caltha palustris*, planche VIII, figure 217, *Trollius europaeus*, planche VII, figures 169 et 170. Dans la famille des Renonculacées, la gaine vaginée n'est pas reconnaissable dans la feuille adulte.

Pétiole. Nous n'avons pas encore une bonne définition du pétiole, disait Vesque au Congrès de Paris en 1889.

Dans la pratique, on désigne sous ce nom une portion plus ou moins rétrécie dans laquelle se produit un accroissement intercalaire assez tardif.

On peut établir qu'en règle générale, la forme extérieure du pétiole est constante à tous les niveaux; il en est de même de sa structure interne, si l'on ne tient pas compte de la région de transition inférieure qui le rattache à la gaine et de la région de transition supérieure qui prépare le limbe.

Cette forme extérieure est ordinairement celle d'un demi-cylindre plus ou moins creusé en gouttière, à la face interne. Ce peut être aussi un cylindre presque régulier : dans ce cas les segments du limbe ont une tendance marquée à se disposer en rayonnant autour de l'axe du pétiole : *Aquilegia vulgaris*, *Delphinium nudicaule*, *Eranthis hyemalis*, *Trollius europaeus*. D'autres fois les segments du timbe conservent cependant leur position étalée ordinaire : *Paeonia Moutan*, *Helleborus niger*.

Limbe. Généralement aplati en lame, il offre de nombreuses variations dans sa forme et particulièrement dans les découpures du contour extérieur.

Tout limbe qui présente un ou plusieurs rachis est dit *composé* (avec folioles et pétiolules); dans les cas contraires, il est *simple* (1).

On distingue le limbe :

a) *Monacrone*, simple ou composé.

Le limbe monacrone est caractérisé par un seul sommet primaire apparu sur la gaine de la feuille primordiale et par la convergence des faisceaux principaux vers ce sommet.

Le limbe monacrone, qui ne se compose que d'un seul segment, est simple : *Ranunculus Lingua*, planche XI, figure 314. S'il porte des segments secondaires rachidés, il est composé : *Garidella Nigellastrum*, planche II, figure 21.

(1) Voir la note VII, pp. 118 et 119.

b) *Triacrone*, simple ou composé.

Le limbe triacrone est caractérisé par trois segments apparus en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale et par la divergence des faisceaux principaux L, M, L. Il est simple : *Hepatica triloba*, ou composé : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 56.

Dans ce dernier cas, chacun des trois segments primaires L, M, L peut présenter des segments secondaires formés en ordre acropète dans les segments primaires : *Aquilegia vulgaris*, planche V, figure 113. De même, les segments secondaires peuvent à leur tour être constitués par des segments tertiaires, etc. *Actaea spicata*, page 50.

c) *Polacrone*, simple ou composé.

Le limbe polacrone est caractérisé par plusieurs segments (5, 7,...) apparus en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale et par la divergence des faisceaux principaux :

m L M L *m*

ou bien

m' *m* L M L *m'*.

Il est ordinairement simple : *Trollius europaeus*, planche VII, figure 172.

Il est composé chez *Adonis vernalis* et *volgensis*, planche I, figures 11 et 19.

Du limbe triacrone simple, à segments concrescents à la base, on passe facilement au limbe polacrone à cinq segments :

m L M L *m*.

On remarquera que, dans les Renonculacées, les segments foliaires primaires se développent toujours en direction basipète.

Je suis porté à admettre, avec M. le professeur A. Gravis ([1]), que ce fait est le résultat de causes mécaniques.

([1]) *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Tradescantia virginica, pp. 164 à 166.

A. ÉTUDE DE LA FEUILLE DANS LE TEMPS.

Organogénie.

Dans la famille des Renonculacées, la feuille végétative la plus complète débute toujours par une feuille primordiale possédant une insertion de 360° ([1]). Cette feuille primordiale a la forme d'un manchon très court entourant le sommet végétatif de la tige. Il est généralement fendu suivant la génératrice postérieure, dans le plan médian de la feuille, mais il peut être aussi parfaitement complet : *Caltha*, *Trollius*, *Thalictrum*, etc.

Dans cette feuille primordiale se différencient un ou plusieurs points végétatifs primaires, insérés sur la gaine et qui se développent, indépendants les uns des autres, en autant de mamelons primaires représentant le premier stade du jeune limbe. On aura donc :

limbe monacrone				M			
limbe triacrone			L	M	L		
limbe polacrone		*m*	L	M	L	*m*	
	m'	*m*	L	M	L	*m*	*m'*
	m	L	*i*	M	*i*	L	*m*, etc.

Tous ces points végétatifs peuvent être confondus en une zone végétative plus ou moins étendue : *Caltha*.

Les mamelons deviennent en se développant des segments primaires.

Tandis que les points végétatifs primaires apparaissent en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale, les points végétatifs secondaires naissent ordinairement en ordre acropète sur les mamelons primaires.

Il peut se former des points végétatifs de troisième ordre, de quatrième ordre, etc.

([1]) Il peut ne pas en être de même chez certaines espèces annuelles hétérophylles, quand la feuille la plus complète ne se trouve pas dans la région la plus inférieure de la tige.

Souvent d'autres points végétatifs prennent naissance dans les régions latérales de la gaine primordiale (*Anemone nemorosa*, p. 27, fig. 51 et 52); ils ne contribuent pas — sauf chez certains *Adonis*, pages 19 et suivantes — à l'édification du limbe, mais restent des dépendances latérales de la gaine sous le nom d'*auricules*. Il est à remarquer que les sommets végétatifs qui donnent naissance aux auricules sont ceux qui naissent les derniers, mais ce sont ceux qui atteignent leur état adulte les premiers, parce qu'ils fonctionnent les premiers (*Anemone nemorosa*, p. 27, pl. III, fig. 50 à 54). Cette remarque est peut-être une dérogation à une conclusion formulée par M. Massart (34, p. 236).

La croissance intercalaire qui doit soulever le limbe et former le pétiole se manifeste avant celle qui doit donner lieu aux divers rachis dans le cas d'un limbe composé.

Les rachis de même ordre apparaissent simultanément ou successivement.

Les rachis secondaires apparaissent après les rachis primaires.

Les divers articles d'un même rachis apparaissent et se développent en ordre acropète comme les segments que porte ce rachis.

B. ÉTUDE DE LA FEUILLE DANS L'ESPACE.

1° Étude à tous les niveaux de ce membre.

a) Parcours des faisceaux.

Nombre. Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est éminemment variable dans les Renonculacées (3 à 40), variable d'un genre à l'autre, variable dans les espèces de certains genres, mais paraissant assez constant chez d'autres. Il peut même varier suivant les individus et aussi sur un même pied pour des feuilles absolument identiques et comparables : pousse homophylle d'*Aquilegia vulgaris*.

Ce nombre n'est pas toujours corrélatif aux dimensions de la feuille : *Clematis heracleaefolia* qui, malgré ses grandes dimensions, reçoit de la tige seulement trois faisceaux.

Direction. Ce qui caractérise la marche générale des faisceaux dans la gaine, c'est leur convergence vers le plan de symétrie de la feuille pendant que le faisceau médian, le plus important par sa grosseur et sa longueur, reste toujours dans ce plan.

Dans le pétiole, tous les faisceaux principaux restent toujours parallèles entre eux et au plan de symétrie. Les anastomoses obliques échangées entre ces faisceaux ne modifient généralement pas le facies de la coupe typique du pétiole. Ce ne sont d'ailleurs que de petits faisceaux qui relient entre eux les faisceaux principaux; ils forment un reticulum comparable à celui qui existe entre les nervures d'un limbe.

Dans le limbe, il y a convergence des faisceaux principaux vers le sommet de la feuille si le limbe est monacrone et divergence quand le limbe est tri- ou polacrone.

Disposition. Dans la gaine et dans le pétiole, les faisceaux peuvent se disposer suivant deux modes fondamentaux.

Premièrement, sur un seul arc à convexité externe, orientés normalement, bois en dedans, liber en dehors. Cette disposition ne se rencontre que dans les feuilles à limbe monacrone, ainsi que chez les Hellébores et les Pivoines. Il peut en être de même, par suite du nanisme, chez certaines espèces à limbe triacrone ou polacrone, *Isopyrum*.

Secondement, sur deux arcs, l'un externe, l'autre interne, ce dernier inversement orienté. L'arc interne peut être formé soit par des faisceaux marginaux qui se sont rapprochés du plan médian (*Anemone nemorosa*, p. 28), soit par des faisceaux spéciaux qui se sont détachés des faisceaux de l'arc externe (*Caltha palustris*, p. 74); soit enfin et plus souvent par ces deux procédés à la fois.

Plus rarement il y a des faisceaux disséminés dans le *Tf.* du pétiole, les principaux vers le centre : *Anemone Japonica*,

planche IV, figure 92; *Caltha palustris*, planche VIII, figure 223, ou sur les arcs de la périphérie : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 59.

Enfin, on peut rencontrer un cercle presque régulier de faisceaux dans le pétiole de l'*Aquilegia vulgaris*, du *Delphinium nudicaule*, du *Trollius europaeus*, de l'*Eranthis hyemalis*, etc., du *Paeonia Moutan*, de l'*Helleborus niger*.

Chez ces deux dernières espèces, ce sont les deux branches d'un arc en fer à cheval dont les extrémités quelquefois écartées sont plus souvent rapprochées.

Nomenclature. Après le faisceau médian M, les faisceaux les plus importants par leur grosseur et leur longueur sont les faisceaux latéraux, faisceaux L.

Entre le médian et le latéral, dans l'arc externe, sont les intermédiaires de divers ordres : *i*, *i'*, *i''*, *i'''*...

En dehors des latéraux, dans l'un des deux arcs ou dans tous les deux, sont les marginaux de divers ordres: *m*, *m'*, *m''*, *m'''*... Quand les faisceaux sont nombreux, il n'est pas toujours aisé de reconnaître le latéral, dans le pétiole et dans la gaine. Dans ces cas, la comparaison avec les espèces voisines est d'un grand secours. On peut aussi rechercher les faisceaux L dans le limbe et les suivre dans leur marche descendante.

Le faisceau médian est le seul qui ne se divise jamais, dans son trajet jusqu'à la base du limbe. Il peut bien envoyer des ramifications de chaque côté du plan médian, mais ces ramifications sont de peu d'importance, et elles ne modifient pas sensiblement la grosseur du faisceau M.

Les faisceaux latéraux ne se divisent que quand les intermédiaires et les marginaux qui les avoisinent sont assez nombreux et d'égale importance (*Thalictrum*).

Nervation. Le parcours dans le limbe constitue la nervation. Assez souvent, on retrouve à la base du limbe les faisceaux que l'on a observés à la base de la gaine. En outre, des modifica-

tions importantes, préparatoires à la dispersion des faisceaux dans le limbe, se produisent généralement à ce niveau.

Quand le limbe est monacrone, les faisceaux passent simplement et sans division aucune si le limbe est simple, et avec division ou ramification des latéraux ou des marginaux pour fournir des faisceaux aux segments secondaires s'il est composé. Dans ces cas, il y a convergence des faisceaux principaux vers le sommet du limbe.

Quand le limbe est triacrone ou polacrone, il y a toujours divergence des faisceaux principaux précédée de la trifurcation du faisceau M et souvent de la bifurcation des L. Le M se rend comme faisceau principal dans le segment médian. Il en est de même des L et, s'il y a lieu, des faisceaux *m*, *m'*... dans leurs segments respectifs. Dans les cas les moins compliqués, les faisceaux de l'arc interne se partagent en deux groupes suivant le plan médian pour se rendre dans les segments qui leur sont assignés de chaque côté de ce plan. C'est ce qui arrive généralement quand le limbe est simple. S'il est composé, il y formation au sommet du pétiole, d'une voûte anastomotique d'autant plus complexe que le limbe est plus composé, *Thalictrum*, *Actaea*, *Cimicifuga*. Cette voûte est spécialement constituée par des arcs transversaux échangés entre les marginaux de l'arc interne et les intermédiaires de l'arc externe. Enfin, si le limbe est entier, sans segments distincts, le faisceau L peut se ramifier à l'infini en éventail (*Caltha*, pl. VIII, fig. 225). Mais dès que les segments du limbe, bien que concrescents à la base, deviennent distincts, les faisceaux L et, s'il y a lieu, les faisceaux *m* se continuent visiblement jusqu'au bord du limbe : *Oxygraphis*, *Ranunculus hederaceus*.

Le parcours dans les rachis est caractérisé, comme dans le pétiole, par le parallélisme des faisceaux principaux. Deux articles, ou entrenœuds consécutifs d'un même rachis, ne diffèrent entre eux que par le nombre des faisceaux. La réduction du nombre a lieu à chaque nœud seulement.

b) Histologie.

Système des faisceaux. Afin de rendre plus rigoureuse la comparaison des faisceaux au point de vue histologique, j'ai toujours considéré le faisceau M au milieu du pétiole. La forme du massif ligneux, sur la coupe transversale, a été signalée depuis quelque temps déjà. C'est une sorte d'arc, de croissant ou de V qui embrasse le liber entre ses branches. Une exception doit être faite pour les Pivoines et les Hellébores qui ont une zone cambiale en ligne droite ou même en ligne courbe avec convexité externe. Dans certains cas, la forme du bois et celle de la zone cambiale sont susceptibles de variation suivant le niveau : *Trollius europaeus,* planche VII, figure 174, 176 et 180, *Aconitum Napellus,* planche VIII, figure 201, etc.

Le liber forme un massif arrondi ou elliptique. Rappelons les particularités cytologiques signalées chez *Trollius europaeus,* page 62, et *Aconitum sp.*, page 67.

Le sclérenchyme [1] est généralement représenté par un arc extralibérien de fibres sclérifiées, plus rarement il existe en même temps un arc intraligneux.

Fréquemment, dans la gaine, il y a un étui sclérenchymateux complet autour de chaque faisceau; cet étui persiste chez certaines espèces dans le pétiole; il peut même exister dans la gaine alors qu'il n'y a pas de sclérenchyme dans le pétiole. Ordinairement, l'arc extralibérien est contigu au liber, mais dans certains

[1] La sclérification se produisant à un âge déjà avancé de la feuille, à un moment où il n'est plus possible de distinguer les fibres primitives ou cellules procambiales du tissu fondamental environnant, il est dès lors difficile de distinguer nettement, dans la feuille adulte, les éléments du faisceau primitif de ceux du *Tf.* J'ai pu d'ailleurs constater que la sclérification peut indifféremment envahir les cellules du faisceau et celles du *Tf.*, ainsi que l'assise à plissements, quand elle existe, et les assises qui lui sont contiguës en dedans et en dehors (nombreuses Renoncules). Si donc, dans la feuille adulte, je rattache les éléments sclérifiés et l'assise à plissements au système des faisceaux, il est bien entendu que, dans l'ensemble ainsi compris, il peut exister des éléments différenciés provenant du *Tf.* primitif.

cas il peut en être séparé par un groupe de cellules : *Garidella nigellastrum*, planche II, figure 23.

Dans les feuilles composées, le sclérenchyme du faisceau disparaît aux nœuds des rachis pour réapparaître dans l'entre-nœud supérieur. Très rarement il persiste dans les nœuds : *Anemone Pulsatilla.*

L'assise à plissements peut exister dans des cas peu nombreux autour des faisceaux. Elle n'est d'ailleurs pas toujours bien évidente à tous les niveaux. Ce n'est donc qu'un caractère d'ordre tout à fait secondaire.

Système du tissu fondamental. Au milieu du pétiole, le *Tf.* interne est un parenchyme méatique, parfois lacuneux, à parois minces, plus rarement à parois épaissies et ponctuées : *Paeonia officinalis,* etc.

Il est généralement traversé par une cavité centrale schizolysigène. A part quelques exceptions, cette cavité ne se forme pas au sommet du pétiole. On l'observe souvent dès la base de la gaine, mais lorsque le pétiole contient un arc interne de faisceaux détachés de l'arc externe (certains *Thalictrum*), la cavité centrale du pétiole n'existe qu'au-dessus du niveau où l'arc interne a pris naissance.

Le *Tf.* interfasciculaire ne présente aucun caractère spécial, sauf quand il se sclérifie. Dans ce cas, il y a des ponts sclérenchymateux reliant les arcs extralibériens pour former un étui complet vers la périphérie du pétiole : *Thalictrum sp.*, *Clematis sp.*, *Aconitum sp.*, etc.

Les éléments sclérifiés des ponts interfasciculaires sont des cellules non pointues à leurs extrémités et différant par là des fibres allongées et pointues extralibériennes.

Le *Tf.* externe peut être partiellement collenchymateux. C'est le cas de l'hypoderme du pétiole, tout au moins vers la face externe. Quand il y a des arêtes au pétiole, on y observe souvent de petits cordons de cellules de collenchyme : Garidelle. D'autres fois, il y a quelques assises de cellules collenchymateuses sous-épidermiques sur toute la périphérie du pétiole : *Paeonia officinalis, Paeonia Moutan*, etc.

Dans le limbe, — dans les folioles, s'il s'agit d'un limbe composé — le *Tf.* porte le nom de mésophylle. Rarement homogène (*Ranunculus aquatilis, Myosurus minimus*), il est dans la plupart des cas hétérogène et bifacial. Le *Tf.* interne est presque toujours palissadique unisérié, quelquefois bisérié : *Aquilegia*, figure 119. Il est constitué par des cellules qui peuvent être courtes, isodiamétriques ou irrégulières, ne formant pas de véritables palissades : *Actaea spicata*, figure 132, *Hepatica triloba*, figure 108, *Paeonia*, figure 289, etc., ou par des cellules allongées elliptiques, oblongues, simples ou rameuses (*Armpalissadenzellen*), tantôt très serrées mais séparées quand même par d'étroits méats : *Adonis vernalis, Helleborus colchicus, Thalictrum sp.*, tantôt plus lâches : *Ranunculus Lingua*, figure 317.

Le *Tf.* externe est un parenchyme spongieux caractérisé par des cellules ramifiées, même étoilées, adjacentes les unes aux autres par les extrémités de leurs bras. Elles laissent entre elles des lacunes et leurs plus grandes dimensions sont parallèles à la surface de la feuille. Plus rarement ces cellules sont petites, irrégulières, très serrées et forment un tissu assez compact : les *Thalictrum*, planche VI, figures 149 et 150.

Système de l'épiderme. Sur le pétiole, comme aussi sur la gaine, les rachis et les nervures principales du limbe, l'épiderme se compose de cellules tabulaires, de forme quadrangulaire, pentagonale ou hexagonale sur la face externe et presque toujours fortement étirées longitudinalement. Elles ne sont pas étirées dans les régions de moindre croissance, telles que le sommet du pétiole.

La cloison intérieure de ces cellules est souvent collenchymateuse. Les cloisons latérales, ordinairement minces, sont cependant parfois épaissies et ponctuées : *Helleborus sp., Paeonia sp.* La cloison extérieure, toujours cutinisée, plus ou moins épaisse, est assez souvent marquée de stries longitudinales : *Adonis, Helleborus, Trollius*, etc., plus rarement de granulations : *Nigella sp., Paeonia officinalis*, etc.

L'épiderme du pétiole porte toujours des stomates sauf, dans

les espèces submergées, et très souvent des poils ou tout au moins des traces de poils quand ceux-ci sont caducs.

Dans l'intervalle entre les nervures, les cellules épidermiques vues de face montrent des cloisons minces et sinueuses. Ces sinuosités sont parfois très peu marquées ou nulles (lanières des *Batrachium*, les folioles de certains *Thalictrum*, à la face interne du limbe des *Aquilegia*, *Isopyrum*, *Helleborus niger*, *Paeonia Moutan*, etc.).

Plus souvent bifacial, par le fait que les sinuosités sont plus accentuées à la face externe, l'épiderme peut être aussi équifacial : *Caltha*, *Ficaria*, *Garidella*, *Myosurus*, *Ranunculus lingua*, etc.

Les cloisons latérales des cellules épidermiques sont quelquefois épaisses et ponctuées : *Clematis heracleaefolia*, face interne, beaucoup d'Hellébores.

Quant à la cloison extérieure, elle est rarement bombée, comme Vesque l'a signalé chez *Aquilegia vulgaris*, comme aussi chez *Helleborus niger*, planche X, figure 274, et çà et là sur le pétiole des Nigelles, planche II, figure 28. Chez les Nigelles, l'*Adonis volgensis*, le même fait se manifeste sur les cellules marginales des folioles.

La cutinisation est souvent plus faible à la face externe du limbe. En général, elle est faible, toujours plus faible que sur le pétiole, les rachis et les nervures, mais elle peut être suffisante pour permettre une striation de la cuticule : *Actaea spicata*, page 52, *Trollius europaeus*, page 64. Dans les Hellébores, la cuticule est très épaisse et fortement striée. Au lieu de stries, la cuticule peut être marquée de fines granulations : Garidelle, Nigelles, Pivoines, etc., qui sont de nature cireuse chez *Aquilegia* et *Ranunculus Lingua*.

Les stomates réalisent toujours la forme que Vesque a désignée sous le nom de « forme renonculacée ». Sa caractéristique est l'absence de cellules annexes, et le cloisonnement en U dans une cellule mère.

Quand l'épiderme est équifacial, le nombre des stomates est à peu près aussi considérable à la face interne qu'à la face externe.

S'il est bifacial, il peut exister des stomates à la face interne, mais toujours en nombre moindre : beaucoup de Renoncules, *Hepatica triloba*, *Isopyrum fumarioides*, *Anemone japonica*, etc. Mais, en règle générale, les stomates n'existent qu'à la face externe.

Sur le pétiole ils ne manquent jamais, sauf chez les espèces submergées. Voir pages 105 et 106.

Les poils, dans la famille des Renonculacées, sont unicellulaires, rarement (*Thalictrum sp.*) pluricellulaires par prolifération, mais alors unisériés.

Les cellules épidermiques circumpilaires peuvent affecter une disposition en rosace, plus ou moins régulière, autour de la base du poil. Elles peuvent même se soulever au-dessus de la surface de l'épiderme, soulever avec elles le poil et lui constituer ainsi une sorte de socle ou piédestal plus ou moins élevé. Assez souvent ce soulèvement se produit au sommet du pétiole sans exister ailleurs : *Anemone sp.*, voir page 41.

Certains poils atteignent leur état adulte dans le bourgeon; sur la feuille adulte, ils ont disparu ou sont flétris.

Dans des cas très peu nombreux, je n'ai pas vu de poils à aucun stade du développement de la feuille : *Myosurus minimus*, *Ranunculus hederaceus*, *Ficaria ranunculoides*, *Oxygraphis cymbalariae*, et quelques autres. Je ne puis affirmer pour cela que ces espèces en soient complètement dépourvues, car j'ai pu constater dans d'autres espèces (certains *Thalictrum*, notamment) l'extrême rareté des poils sur divers matériaux alors que d'autres en étaient abondamment chargés. Le pilosisme est, comme on sait, soumis à l'influence du milieu.

Néanmoins les poils fournissent des caractères précieux dans la diagnose tantôt des espèces, tantôt des genres. Les principales formes que l'on peut rencontrer sont :

1° Poil cylindrique, aigu, à membrane épaisse, persistante : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 66.

Il devient conique quand il est court (bords du limbe) : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 69;

2° Poil cylindrique, rubané, à sommet arrondi, membrane

mince, ordinairement caduc : *Trollius europaeus*, planche VII, figure 184;

.3° Poil cylindrique, épaissi unilatéralement (certaines Clématites), forme intermédiaire entre les deux précédents : *Clematis Flammula*, planche XI, figure 306 ;

4° Poil court, claviforme, vésiculeux, pyriforme, à membrane mince ou épaisse, caduc ou persistant : *Adonis autumnalis*, planche I, figure 6, *Helleborus fœtidus*, planche IX, figure 251;

5° Poil ventru, capité, court; *Thalictrum minus*, planche VI, figure 153, *Thalictrum fœtidum*, figure 156.

Plusieurs formes peuvent se rencontrer dans la même espèce.

Il existe :

Une forme dans les genres *Ceratocephalus*, *Actaea*, *Cimicifuga*, *Isopyrum Aconitum*, *Caltha*, *Paeonia*, *Ranunculus*, ainsi que certains *Thalictrum* ou *Helleborus;*

Deux formes dans les genres *Adonis*, *Anemone*, *Hepatica*, *Aquilegia*, *Trollius*, *Clematis*, ainsi que certains *Thalictrum* et *Helleborus;*

Trois formes bien distinctes chez certaines *Anemones*, planche III, figures 66 et 69, *Delphinium Staphysagria*, planche VIII, figure 213.

Les cristaux sont rares chez les Renonculacées. J'ai pu cependant en observer dans les genres *Anemone*, page 41, *Thalictrum*, page 58, *Paeonia*, page 92, *Ranunculus*, page 114.

2° Étude comparative des feuilles insérées à diverses hauteurs le long d'une même tige.

Dans les espèces annuelles, au-dessus des cotylédons, existe une série progressive de feuilles végétatives, suivie d'une série régressive qui se continue par les feuilles bractéales.

Dans les espèces vivaces herbacées, il y a lieu de distinguer sur la pousse :

1° *Les feuilles pérulaires* (Niederblätter). Elles forment généralement une série progressive. Ce sont des feuilles végétatives frappées d'arrêt dans leur développement, dès les premiers

stades. Comme c'est la gaine chez ces dernières qui se développe d'abord, c'est aussi la gaine des feuilles pérulaires qui prend le plus de développement et qui même souvent existe seule, les autres régions restant à l'état rudimentaire.

Les feuilles pérulaires atteignent leur état adulte dans le bourgeon. Quand celui-ci s'épanouit, leur rôle est terminé; elles disparaissent alors ou subsistent desséchées. On les connaît dans cet état sous le nom d'écailles.

Une feuille pérulaire est en général caractérisée par une large insertion, faible hauteur, contour subtriangulaire, structure homogène, consistance plutôt charnue que membraneuse, couleur blanchâtre, rarement verte, brunissant de bonne heure (1).

La préfeuille des bourgeons hivernants est remarquable par son insertion, qui me paraît se présenter d'une manière constante chez toutes les espèces que j'ai examinées. Le faisceau médian de la préfeuille est dans un plan perpendiculaire au plan formé par l'axe du bourgeon et celui de la tige. La pérule est quelquefois réduite à la préfeuille (*Caltha*);

2° *Les feuilles végétatives* (Laubblätter). Dans une pousse dite homophylle, elles sont toutes sensiblement de même importance : *Caltha*; les entrenœuds sont très courts.

Dans une pousse hétérophylle on peut avoir un certain nombre de feuilles végétatives toutes semblables, vers le milieu de la pousse : *Aconitum Napellus*, ou bien une seule feuille végétative plus complète, plus développée que toutes les autres : *Paeonia officinalis;*

3° *Les feuilles bractéales* (Hochblätter). Ce sont toutes les feuilles qui portent à leur aisselle un pédicelle floral, ou un rameau florifère, ou bien l'axe d'une inflorescence. Dans ce dernier cas (*Actaea*), il peut exister des bractéoles.

Elles forment une série régressive. Le métamorphisme porte spécialement sur le nombre des faisceaux qui diminue, sur le

(1) Cf. A. Braun, *Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur*, 1851.

pétiole qui se raccourcit et qui finit par disparaître, sur la gaine qui amplifie ses régions latérales et qui forme des auricules distinctes (*Thalictrum*), au point qu'elles se confondent parfois avec les segments du limbe (*Adonis sp.*, *Delphinium Ajacis*). Parfois la gaine et le pétiole disparaissent totalement et la bractée est réduite au limbe (involucre bractéal des Anémones) ou seulement à la portion supérieure du limbe (*Ranunculus Lingua*).

Les feuilles bractéales supérieures, comme d'ailleurs les premières feuilles pérulaires, toutes à vascularisation faible, ont une vie courte et peu active; de bonne heure elles sont réduites à l'état d'écailles.

3° Influence du milieu.

On a recherché, dans ces dernières années, l'influence produite isolément par les divers agents physiques ou chimiques, dont l'ensemble constitue le milieu, sur la structure des végétaux et plus particulièrement sur la morphologie interne des appendices foliaires. La voie est à peine tracée et les résultats acquis dès à présent sont loin d'être définitifs. Faire la part de chaque agent n'est d'ailleurs pas la moindre difficulté.

1. *Influence du bord de la mer.* — Duval-Jouve a reconnu que la plante du littoral possède un parenchyme incolore très développé.

En comparant quatre-vingt-dix espèces vivant sur le bord de la mer et dans l'intérieur des terres, Lesage (**28**) a constaté que :

a) La feuille est généralement plus épaisse au bord de la mer qu'à l'intérieur des terres;

b) L'augmentation d'épaisseur est accompagnée d'un grand développement du tissu palissadique, soit par allongement des palissades, soit par augmentation du nombre des assises;

c) Les méats et les lacunes se réduisent au bord de la mer;

d) La chlorophylle tend à diminuer dans les cellules des plantes les plus maritimes.

2. *Influence des sels minéraux.* — Par la méthode des cultures en solution nutritive (solution complète de Knop), comparées avec les cultures dans l'eau distillée, M. Dassonville (37) a constaté, notamment pour l'Avoine et le Blé, que la solution de Knop augmente le nombre des nervures et favorise le développement du mésophylle; il y a très peu de sclérenchyme.

Dans l'eau distillée apparaissent des massifs de fibres sclérifiées, extralibériennes et intraligneuses; le mésophylle est aussi sclérifié; l'épiderme est fortement cutinisé; il existe de nombreux poils à parois épaisses.

Les modifications produites peuvent être tellement profondes que les feuilles de ces deux graminées acquièrent ainsi une structure identique quand elles sont cultivées dans le même milieu, et deviennent très dissemblables dans des milieux différents.

3. *Influence du climat alpin.* — En fragmentant des souches d'individus de plaine pouvant supporter des altitudes élevées et les transportant ensuite dans les montagnes, M. Bonnier [1] arrive aux conclusions suivantes :

Les feuilles sont en général plus petites, sauf parfois dans la région subalpine, plus poilues, plus épaisses relativement à leur surface et souvent même plus épaisses en valeur absolue, d'un vert plus foncé; le limbe des feuilles acquiert des tissus assimilateurs mieux disposés pour les fonctions chlorophylliennes; le tissu en palissades y est plus développé, soit parce que ces cellules sont plus longues et plus étroites, soit parce que le nombre des rangées palissadiques est plus considérable; de plus, les cellules renferment un plus grand nombre de grains de chlorophylle, et chaque grain de chlorophylle y a souvent une teinte plus verte; lorsqu'il y a des canaux sécréteurs, ils sont, relativement ou absolument, d'un diamètre plus grand; l'épiderme est moins modifié que celui de la tige; il est cependant en général

[1] G. Bonnier, *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin*, in Ann. de la Soc. des sc. nat., 7e série, t. XX, 1895.

mieux marqué, surtout chez les feuilles persistantes qui montrent en outre des cellules sous-épidermiques protectrices mieux développées; les cellules de l'épiderme sont ordinairement plus petites et souvent le nombre de stomates par unité de surface est plus grand, surtout sur la face supérieure du limbe, comme M. Wagner l'a fait remarquer le premier ([1]).

Le pétiole des feuilles fait voir des modifications qui sont généralement analogues à celles que les tiges subissent, mais beaucoup moins accentuées, c'est-à-dire que le tissu cortical est plus épais par rapport au diamètre du cylindre central; la cuticule de l'épiderme est mieux marquée et les cellules sont à parois plus épaisses; un certain nombre d'assises sous-épidermiques renforcent souvent cet épiderme; les divers tissus du cylindre central sont ordinairement moins différenciés; les stomates sont plus nombreux.

Un cas remarquable est fourni par le *Lotus corniculatus* dont le mésophylle devient tout entier palissadique à 2,600 mètres d'altitude, au Pic du Midi.

4. *Influence de la lumière.* — Dufour (**24**) a montré qu'à la lumière la plus intense, les feuilles acquièrent un limbe plus grand. Ainsi deux feuilles rigoureusement comparables de *Circaea lutetiana* ont acquis un limbe de 2,379 millimètres carrés au soleil, de 1,638 millimètres à l'ombre.

Le mésophylle est plus épais au soleil : le parenchyme palissadique surtout est plus développé, les palissades sont plus longues, plus riches en chlorophylle et amidon; il peut se former de nouvelles assises de palissades : *Fragaria vesca, Ligustrum vulgare.* Le parenchyme spongieux n'est guère influencé.

Dans les nervures, les vaisseaux du bois sont plus nombreux et plus larges, leurs parois sont plus épaisses, le liber est plus abondant, le sclérenchyme et le collenchyme sont plus développés.

([1]) Wagner, *Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung.* (Sitz. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd II, Abth. I, 1892.)

L'épiderme a, au soleil, des cellules plus hautes, à parois extérieures et latérales plus épaisses; ces dernières sont moins sinueuses et ont une tendance à devenir rectilignes : *Tussilago Farfara*.

Enfin, en comparant des régions identiques de feuilles comparables, on constate que le nombre de stomates est plus considérable au soleil quand ils existent à la face supérieure (*Tussilago*). A la face inférieure, il existe encore plus de stomates au soleil.

Remarquons que l'humidité du sol tend aussi à produire des feuilles plus grandes.

5. *Influence de l'eau*. — Askenasy, en 1870 (1), s'est spécialement occupé du *Ranunculus aquatilis* et a fait ressortir les différences qui existent entre les caractères morphologiques de cette plante dans son milieu habituel et ceux que l'on observe quand cette plante végète dans l'air. Ainsi, les lanières arrondies et filiformes de la plante aquatique prennent la forme de bandelettes aplaties chez la plante aérienne. Le limbe aérien est moins découpé; le mésophylle est bifacial avec une assise de palissades bien caractérisées, un parenchyme spongieux à cellules rameuses, un épiderme à cellules sinueuses avec nombreux stomates à la face interne et très peu à la face externe. Tandis que dans l'eau le mésophylle est homogène, presque sans méats, un épiderme à cellules polyédriques ne portant que quelques stomates à l'extrémité des lanières.

En faisant végéter sous l'eau un individu développé dans l'air, il prend, dans sa région supérieure, tous les caractères de la forme aquatique. Quand les fossés se dessèchent, les individus d'abord immergés sont susceptibles de donner naissance à des pousses nouvelles, qui ont tous les caractères de la plante aérienne.

Ces faits ont été pour la plupart vérifiés par M. Costantin (**22**).

(1) Askenasy, *Ueber den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen*, in Bot. Zeit., 1870, 28e année.

Si, d'une manière générale, on peut établir un certain nombre de caractères communs aux feuilles des plantes adaptées à la vie aquatique, il importe cependant de faire remarquer que l'adaptation ne se fait pas toujours de la même manière et à un degré égal. Les exemples sont nombreux.

M. Sauvageau (**30**) fait remarquer que plusieurs Phanérogames marines (*Enhalus, Posidonia*, etc.) ont des feuilles rubanées engainantes sans pétiole, un épiderme dont les parois cellulaires sont rectilignes, sans poils, cuticule très mince, etc. D'autres (*Halophila sp.*) ont les feuilles longuement pétiolées, épiderme à cellules sinueuses, poils sur les deux bases, etc. Ces genres, bien que voisins, vivant dans le même milieu, présentent néanmoins une résistance différente à l'adaptation; on doit dans ce cas admettre l'intervention de l'inertie héréditaire.

Les stomates disparaissent généralement sous l'eau. Dans beaucoup de cas, on peut provoquer à volonté leur disparition en immergeant des portions aériennes de plantes aquatiques. Costantin (**22**) ([1]) conclut de là que le milieu exerce une action prépondérante, indépendante de l'hérédité : *Hippuris vulgaris, Stratiotes aloides*.

Mer ([2]) constate la présence de stomates sur les feuilles toujours submergées de *Potamogeton rufescens*, comme Askenasy ([3]) en a observé sur les cotyles de *Ranunculus aquatilis*. M. Sauvageau ([4]) fait remarquer que ces cas ne sont pas isolés, mais que les mêmes phénomènes se présentent chez *Zanichellia repens, Potamogeton lucens, perfoliatus, densus*.

Ces stomates immergés doivent être considérés, d'après Schenck ([5]), comme des organes ataviques. Il faut donc bien que, chez les plantes qui possèdent de tels stomates, l'inertie hérédi-

([1]) Voir aussi J. Costantin, *Les végétaux et les milieux cosmiques*. Paris, Alcan, 1898.

([2]) E. Mer, *Notes diverses* in Bulletin de la Soc. bot. de France, 1876, 1878, 1880, 1881, 1882, 1883, 1885.

([3]) *Loc. cit.*

([4]) *Loc. cit.*

([5]) Schenck, *Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse*, 1886.

taire l'emporte sur l'adaptation au milieu. Parfois la lutte est indécise entre ces deux facteurs : il en est ainsi chez le *Potamogeton lucens*, où certaines feuilles sont parfois dépourvues de stomates.

Sans vouloir faire une étude spéciale de l'influence du milieu sur la morphologie de la feuille dans la famille des Renonculacées, et sans rechercher la nature de l'agent physique ou chimique déterminant la modification, j'ai néanmoins eu l'occasion d'observer quelques faits qui méritent d'être signalés et dont la place est tout indiquée dans ce travail.

Le *Delphinium nudicaule*, originaire du Jardin botanique de Naples (fig. 211), possède un limbe très épais ($0^{mm}9$ à $1^{mm}2$) dans lequel le parenchyme palissadique présente deux séries de cellules distinctement allongées et étroites.

Le même *Delphinium*, provenant d'Édimbourg, a un limbe d'une épaisseur moindre (fig. 210), avec une seule assise de palissades beaucoup plus courtes. Dans les deux cas, le parenchyme spongieux et l'épiderme ne présentent pas de différences sensibles.

A Liége, le *Delphinium nudicaule* possède une structure intermédiaire, mais se rapprochant beaucoup plus du *Delphinium* écossais : notre ciel ne ressemble guère non plus au ciel napolitain [1].

Les *Renoncules terrestres*, qui végètent en pleine lumière, dans les champs, les prairies, les moissons, ont toutes un nombre considérable de stomates à la face externe du limbe et très peu à la face interne. Celles qui croissent sous bois (*R. nemorosus, auricomus*, etc.) possèdent des stomates en nombre à peu près aussi considérable sur les deux faces. Le *R. sceleratus*, espèce des endroits marécageux, porte plus de stomates à la face interne de ses feuilles qu'à la face externe. Chez *R. hederaceus*, dont les feuilles sont susceptibles de devenir nageantes, tout au moins

[1] Voir la note au bas de la page 70 du présent Mémoire.

d'une façon temporaire, les stomates disparaissent presque entièrement de la face externe. Enfin, sur les lanières submergées de *R. aquatilis*, ils persistent en très petit nombre, tout à l'extrémité de ces lanières.

Un pétiole de *Caltha palustris*, récolté dans un fossé peu éclairé d'une forêt marécageuse et inondée la plus grande partie de l'année, avait acquis des dimensions relativement considérables en longueur et en grosseur. Le tissu fondamental était constitué par de très grandes cellules, et, sur la coupe transversale, on pouvait compter vingt-quatre faisceaux de différent calibre (fig. 223). Un autre pétiole, développé dans une prairie humide, en pleine lumière, était beaucoup plus court, avait des cellules plus petites et seize faisceaux seulement.

On sait que le *Ranunculus lingua* ne prospère très bien que dans les endroits ombragés, très humides, sous l'eau, au moins l'hiver et au printemps. On obtient alors des pousses de 0m80 à 1m20 d'élévation. Les premières feuilles de la pousse sont des feuilles végétatives nageantes, à gaine ailée, à pétiole très distinct (fig. 322), cylindrique et plus ou moins allongé, à limbe cordé, suborbiculaire ou oblong, sommet arrondi, dont le diamètre atteint 4 à 6 centimètres. Dans les parterres du Jardin botanique de Liége, des feuilles nageantes, devenues aériennes par suite du manque d'eau dans les bassins de végétation, offrent la même configuration extérieure avec une réduction considérable des dimensions, au point que le limbe ne dépasse pas les dimensions d'une pièce de cinquante centimes. Les faisceaux, dans le pétiole, sont au contraire plus développés que dans la feuille nageante avec des éléments libéro-ligneux plus nombreux et un arc de fibres sclérifiées extralibériennes qui fait défaut dans le milieu aquatique. L'hypoderme devient collenchymateux. Dans le limbe, le mésophylle de la feuille nageante est homogène, à cellules toutes globuleuses et isodiamétriques sur la coupe transversale (fig. 324), irrégulières quand elles sont vues de face sous l'épiderme. Celui-ci est équifacial, à cellules sinueuses, avec stomates sur les deux faces, mais très peu à la face externe. La feuille, devenue aérienne, prend un mésophylle

bifacial à parenchyme palissadique unisérié et méatique, se composant de grandes cellules plus ou moins allongées, souvent renflées aux extrémités, mais non rameuses, et irrégulières vues sous l'épiderme. Le parenchyme spongieux est à grandes cellules ramifiées. L'épiderme se compose de cellules très sinueuses et les stomates sont également répartis sur les deux faces.

Le *Ranunculus acris* et le *R. arvensis* croissant dans un jardin cultivé, bien fumé, possèdent des segments foliaires plus amples et surtout plus larges, avec moins de découpures que lorsqu'ils poussent dans les champs et les moissons. Néanmoins, le mésophylle et l'épiderme ne subissent que de légères modifications, portant spécialement sur la macrocytie.

La feuille d'*Aquilegia vulgaris*, prise sur des pieds spontanés provenant de stations différentes et éloignées, se présente avec une structure très sensiblement constante. Sur des pieds cultivés dans les jardins botaniques et étiquetés *A. vulgaris*, la structure du mésophylle se montre plus variée; les modifications portent surtout sur l'épaisseur du limbe, les dimensions des cellules, le nombre des assises en palissades (2 ou 3) (fig. 118 et 119). Ces différences peuvent provenir de deux causes : des conditions nouvelles et plus ou moins variables dans lesquelles se trouvent les plantes à l'état de culture; des croisements possibles entre espèces affines et variétés horticoles qui, dans les jardins botaniques, sont rapprochées côte à côte. On sait d'ailleurs combien il est difficile de déterminer exactement les espèces et les variétés du genre *Aquilegia*. Il est probable que plusieurs plantes étiquetées *A. vulgaris* ne sont pas d'origine pure, surtout celles du commerce. Ce qui semble justifier que, dans le cas dont il s'agit ici, les conditions d'éclairage n'ont qu'une faible influence modificatrice sur la structure du mésophylle, c'est que les Ancolies se développent de bonne heure et que le mésophylle est déjà différencié au moment de la feuillaison des arbres voisins. Il faut alors admettre que l'hybridation et surtout le métissage ont une action prépondérante. Ce qui tend à le prouver, c'est que nos prétendus *A. vulgaris* sont notablement différents les uns des

autres par la couleur de leurs fleurs, l'existence de fleurs simples et de fleurs doubles, la taille, etc.

Ce qui précède s'applique également aux *Aquilegia alpina, chrysantha, Skinneri*, etc., très polymorphes dans nos cultures et dont la détermination exacte devient d'une extrême difficulté.

Les *Thalictrum* présentent également dans la structure de leur limbe des variations profondes, qui dépendent non seulement du milieu, mais encore de la hauteur de l'insertion de la feuille sur la pousse et aussi de l'âge de cette feuille. En effet, chez beaucoup de *Thalictrum* que j'ai examinés, la différenciation histologique est souvent tardive dans les parenchymes du mésophylle. On conçoit dès lors que tel auteur ait pu décrire des palissades isodiamétriques ou nulles chez une espèce donnée, et tel autre des palissades allongées dans la même espèce. En outre, la différenciation n'a pas lieu avec la même intensité et simultanément dans toutes les feuilles de la même pousse. Il y a donc là des causes d'erreur qui compliquent singulièrement l'évaluation des caractères spécifiques dans le genre *Thalictrum*. Et si l'on tient compte que le pilosisme subit aussi l'influence du milieu (p. 57), que la présence des stipelles et des stipellules ne peut être utilisée comme signe caractéristique (**21**, p. 101), on comprendra aisément la grande difficulté que l'on éprouve lorsque l'on veut distinguer toutes les espèces de ce genre, aussi bien par la morphologie interne que par la morphologie externe. Il me paraît donc tout au moins utile, si pas indispensable dans la plupart des cas, de faire une étude approfondie de tous les caractères histologiques des espèces végétales, dans les différentes stations où ces espèces se développent normalement, avant de songer à faire une application de ces caractères à la botanique systématique. On pourra par ce moyen s'assurer que s'il existe des genres où les espèces ne peuvent pas être actuellement bien délimitées, où les caractères des organes végétatifs se modifient aisément sous l'influence de l'épharmonisme, par contre il en existe d'autres (*Helleborus*, *Anemone*, etc.) où la caractéristique spécifique est plus facile à établir et où les individus résistent avec beaucoup plus d'énergie à l'influence des agents physiques ou chimiques.

Il résulte donc de ce qui précède, que la plupart des caractères anatomiques sont susceptibles de variations et peuvent subir, d'une façon plus ou moins profonde, l'influence du milieu. Malgré ces variations, Vesque a néanmoins constaté :

1° que la structure des plantes *spontanées* est fort peu variable sous l'influence du milieu, ce qui tient en grande partie à l'inconstance du milieu lui-même. Chez ces plantes, la lutte pour l'existence a dû contribuer singulièrement à la fixation des caractères anatomiques;

2° que les caractères anatomiques d'adaptation sont d'autant plus constants que la plante est adaptée à des conditions plus extrêmes;

3° que la variabilité est elle-même un caractère de l'espèce.

Malgré cette variabilité, qui atteint tout aussi bien les caractères morphologiques externes que les caractères morphologiques internes, il n'est pas permis de négliger ces derniers dans la botanique descriptive ni d'accorder la priorité aux uns plutôt qu'aux autres. Tous doivent être également pesés dans leur évaluation par des monographes à la fois systématiciens et anatomistes.

II. — ANATOMIE SYSTÉMATIQUE DES RENONCULACÉES DANS L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES.

Vesque (**17**) a résumé les caractères de la famille des Renonculacées, tirés spécialement des feuilles :

« Poils simples, unicellulés, à parois minces ou épaisses;

» Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques irré-
» gulièrement disposées et ne laissant pas reconnaître le mode
» de formation de la cellule mère spéciale;

» Cristaux nuls ou en oursins;

» Faisceaux présentant souvent une section particulière, le
» bois embrassant le liber mou, en forme d'arc ou de croissant;

» Laticifères et autres organes glanduleux nuls. »

Solereder (**38**) a signalé en outre un caractère des ponctuations des vaisseaux qui sont toujours simples, sauf chez les Pivoines : la présence de poils ordinaires ou poils de revêtement (*Deckhaaren*) et de poils glanduleux (*Drüsenhaaren*).

Il a relevé également certaines particularités des palissades qui peuvent être simples ou rameuses dans les genres *Aconitum*, *Anemone*, *Caltha*, *Paeonia* et *Trollius*, exemples auxquels j'ajouterai les genres *Adonis*, *Clematis*, *Garidella*, *Nigella* et *Delphinium sp.*

De plus, la feuille la plus complète comprend une gaine, un pétiole et un limbe; exceptionnellement, le pétiole manque et le limbe est sessile sur la gaine : *Adonis vernalis* et *A. volgensis*, *Clematis integrifolia*. La gaine a une insertion de 360°, tout au moins au premier stade, dans le bourgeon, sauf dans les Clématites.

Malgré le nombre relativement faible d'espèces qu'il m'a été possible d'examiner jusqu'à ce jour, je crois néanmoins bien faire en formulant dès à présent quelques conclusions relatives aux caractères des genres. Elles serviront tout au moins à guider les

recherches à faire dans les espèces restantes et elles pourront d'ailleurs être modifiées au besoin.

Dans les Potamées, selon M. Sauvageau (30), la structure des feuilles ne conduit pas toujours à un groupement correspondant à celui des genres établis d'après les caractères tirés des fleurs. D'une manière générale, il n'en est pas de même dans la famille des Renonculacées. La plupart des genres primitivement établis par l'étude comparée des organes floraux sont caractérisables par la morphologie de la feuille végétative la plus complète; quelques genres seulement font exception, comme on le verra bientôt, et ces genres sont précisément ceux dont la suppression a été déjà proposée par des botanistes qui n'ont considéré que les caractères fournis par les fleurs et les fruits.

Dans certains genres, la feuille a une tendance à prendre une allure uniforme pour toutes les espèces : *Thalictrum*, *Aquilegia*, *Paeonia*, *Aconitum*, etc. Dès lors, il n'y a pas de caractères spécifiques facilement appréciables. Inversement, dans d'autres genres, les feuilles se rattachent à plusieurs types de structure et les espèces sont caractérisables par la morphologie des feuilles : *Delphinium*, *Ranunculus*, *Anemone*, *Helleborus*, etc.

Je résumerai ci-après les caractères qui m'ont paru les plus constants dans chaque genre, et je suivrai, pour l'énumération de ces genres, l'ordre du Prodrome de De Candolle.

Trib. I. — Clematideae.

Clematis.

Ce genre comprend des espèces à feuilles opposées dont le limbe foliaire est nettement monacrone et simple (*C. integrifolia*, fig. 307) ou monacrone composé (*C. Flammula*, fig. 300). D'autres espèces à limbe triséqué représentent un type intermédiaire entre le limbe monacrone et le limbe triacrone. (Voir pp. 93 à 96.)

La gaine possède une insertion de 180° et est non ailée; elle reçoit toujours trois faisceaux de la tige.

Dans le pétiole existent un arc externe et un arc interne de

faisceaux. A la base du limbe, on ne trouve pas de voûte anastomotique complexe, mais simplement des bandes libéro-ligneuses transversales allant de l'arc interne à l'arc externe, et formant une sorte de « nœud » (fig. 303, 304 et 309). De plus, à ce niveau, il n'y a jamais de trifurcation proprement dite du faisceau médian. Dans chaque foliole, les nervures principales convergent vers le sommet (fig. 300). Ce dernier caractère se retrouve également dans une plante appartenant à un genre voisin : *Naravelia zeylanica* DC.

Au point de vue histologique, le mésophylle est bifacial, avec palissades rameuses ou non rameuses. Des stomates à la face externe seulement.

Les poils sont dimorphes : les uns sont courts, claviformes ; les autres allongés, cylindriques et souvent avec un épaississement unilatéral.

Le type monacrone composé des Clématites s'écarte de celui des Nigelles-Garidelles par la présence d'un arc interne de faisceaux dans le pétiole et l'existence d'une légère complication anatomique à la base des rachis secondaires.

Trib. II. — Anemoneae.

Thalictrum.

Le limbe est triacrone composé ([1]); le pétiole est souvent strié et la gaine, ailée ou auriculo-ailée, reçoit un nombre indéterminé et variable de faisceaux : 11 à 25 et même plus. Les auricules sont généralement vascularisées par un ou plusieurs marginaux extrêmes qui vont s'y terminer en pointe libre.

A la base du limbe existe une voûte anastomotique très complexe, sur laquelle s'insèrent les faisceaux des trois rachis primaires.

Comme caractères histologiques saillants, il importe de mettre en relief d'abord la forme caractéristique du faisceau

([1]) Quelques rares espèces ont un limbe simple.

dans la région inférieure de la gaine (p. 56, fig. 148); ensuite le peu d'épaisseur du mésophylle dans lequel la chlorophylle est également répandue; enfin la disposition des cellules du parenchyme palissadique laissant entre elles des méats excessivement étroits. De plus, les cellules du parenchyme spongieux ne sont pas ramifiées, comme on l'observe généralement partout ailleurs (p. 56, fig. 149 et 150).

Les stomates sont localisés à la face externe.

Les *Thalictrum* semblent caractérisés par l'existence de poils capités (p. 57, fig. 153), entourés de cellules circumpilaires différenciées en une petite rosace (fig. 154) autour de la base du poil et susceptible de se soulever en piédestal. Certaines espèces portent en outre des poils cylindriques, unicellulaires ou pluricellulaires-unisériés (fig. 155, 156); ce dernier caractère n'existe pas, à ma connaissance, dans les autres genres de la famille.

Par leur limbe triacrone, leurs poils dimorphes entourés d'une rosace de cellules circumpilaires souvent soulevées, les *Thalictrum* se rattachent aux Anémones. Mais ils présentent beaucoup plus d'affinités avec les *Actaea-Cimicifuga.*

Anemone.

Le limbe des feuilles d'Anémone est triacrone, simple ou composé. Dans ce dernier cas, les trois rachis primaires sont égaux ou inégaux. La gaine présente deux aspects distincts : elle est courte et auriculée, ou bien longue et ailée et alors parfois, mais rarement, auriculée et à auricules vascularisées, comme chez les *Thalictrum.*

Le nombre des faisceaux sortant dans la feuille est variable. Dans le pétiole, il se trouve toujours un arc externe et un arc interne et même parfois des faisceaux dans le *Tf.* interne: *A. nemorosa* (fig. 59) et *japonica* (fig. 92).

A la base du limbe, le faisceau M se trifurque, et il existe un nœud dont la complication augmente en raison directe du développement des trois rachis primaires. Chez *A. nemorosa*, la voûte

anastomotique est due, en partie tout au moins, aux faisceaux du *Tf.* interne.

Le mésophylle est bifacial, à palissades fréquemment rameuses ou irrégulières, présentant parfois la forme d'un H (fig. 103, 104).

Les poils sont dimorphes, même trimorphes chez certaines espèces (pp. 31 et 41, fig. 66 et 69), avec cellules circumpilaires formant rosace et souvent soulevées en piédestal (fig. 106).

Les caractères qui précèdent ne s'appliquent pas aux *A. Pulsatilla* L. et *pratensis* L. Celles-ci diffèrent des autres Anémones par plusieurs caractères qui semblent ainsi justifier le maintien du genre *Pulsatilla* Miller (Sect. I : *Pulsatilla*, Prodr. DC., p. 16). D'abord la forme pennée du limbe (voir pp. 37 à 42), ensuite l'absence du « nœud » à la base du limbe, enfin l'existence d'un parenchyme spongieux très dense et à petites cellules, et de palissades non rameuses allongées, tibiaeformes (fig. 102). De plus, les stomates sont aussi nombreux à la face interne qu'à la face externe.

Si les vraies Anémones présentent dans leur limbe foliaire le type triacrone dans toute sa pureté, les Pulsatilles s'en écartent par l'allongement du rachis médian, qui conduit à la feuille pennée, pour se rapprocher ainsi du type monacrone composé des Nigelles et des Garidelles, vers lesquelles elles établissent la transition (p. 42).

Hepatica.

L'*Hepatica triloba* ne diffère des Anémones que par son mésophylle, qui est presque homogène, par ses palissades aplaties et non rameuses, par l'existence de stomates sur les deux faces du limbe et par les cellules circumpilaires non disposées en rosace.

Ces caractères ne me paraissent pas suffisants pour justifier la séparation des Hépatiques du genre Anémone. On sait que la concrescence des trois segments à la base du limbe des *Hepatica* se retrouve chez certaines espèces d'Anémones, notamment *A. palmata* L.

Adonis.

Ce genre renferme des espèces annuelles à feuilles pétiolées, limbe monacrone composé, gaine à auricules multifides (fig. 1) et des espèces vivaces à feuilles sessiles, limbe polacrone composé, basipète, où les auricules ne sont guère discernables des segments du limbe (fig. 11 et 19).

Trois ou cinq faisceaux sortent dans la feuille et se disposent toujours sur un seul arc dans le pétiole et les rachis.

Jamais de nœud anastomotique à l'insertion des rachis secondaires.

Mésophylle toujours bifacial, épiderme équifacial, des stomates à la face externe (voir pp. 17, 20 et 21), des poils dimorphes et peu nombreux.

Les espèces annuelles ne peuvent se distinguer les unes des autres par des caractères tirés de la morphologie des feuilles.

Myosurus.

Feuille à limbe monacrone simple, sans limite bien nette entre le limbe et le pétiole, de même qu'entre le pétiole et la gaine. Celle-ci reçoit trois faisceaux et est non ailée.

Le mésophylle est homogène, l'épiderme équifacial; stomates sur les deux faces.

Poils nuls ou, dans tous les cas, très rares (p. 25).

Ceratocephalus.

C'est la feuille du *Myosurus* à limbe simple ou rameux dans le haut, à mésophylle bifacial.

Des poils cylindriques allongés.

Ranunculus.

Les nombreuses espèces de Renoncules peuvent être rattachées à trois sections principales :

1° Les Renoncules dont les feuilles possèdent un limbe monacrone simple, entier ou presque entier. La gaine est ailée.

Il n'y a pas de séparation morphologique, tant interne qu'externe, bien précise entre les trois régions de la feuille.

Le nombre des faisceaux sortant de la tige est variable. Ils se disposent toujours sur un seul arc dans le pétiole. Le mésophylle est bifacial ou homogène. Les stomates sont répartis sur les deux faces et les poils monomorphes;

2° Les Renoncules à feuilles découpées en lanières ou Renoncules aquatiques ont un limbe triacrone, à segment médian plus courtement rachidé et moins développé que les latéraux, gaine courte et auriculée recevant trois faisceaux de la tige. Le bois primaire du faisceau médian est remplacé par une lacune.

Le mésophylle est homogène, presque sans méats; l'épiderme à cellules polyédriques riches en chlorophylle.

Les stomates sont nuls et les poils monomorphes. Ceux-ci existent toujours à l'extrémité des lanières du limbe;

3° Les Renoncules de cette section (1) sont caractérisées par un limbe basipète à trois, cinq ou sept segments sessiles ou rachidés, libres ou concrescents à la base; les découpures de chaque segment sont variables et des variations profondes peuvent se manifester dans chaque espèce. La gaine est ailée et presque toujours auriculée. Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est variable; quand il y en a plus de trois ou cinq, ce nombre peut s'élever jusqu'à trente. Dans le pétiole, ils sont toujours disposés sur deux arcs.

A la base du limbe existe une sorte de nœud produit par la trifurcation et la bifurcation des faisceaux principaux : il n'y a une voûte anastomotique que chez *R. platanifolius* (p. 112).

Le facies du faisceau médian des Renoncules est typique (p. 112 et fig. 383 à 389).

Le mésophylle est nettement bifacial, à palissades non rameuses.

(1) Cette troisième section renferme principalement les Renoncules terrestres. Les Renoncules des lieux humides ou des endroits marécageux (*R. hederaceus, sceleratus*, etc.) participent à la fois des caractères de la deuxième et de la troisième section, entre lesquelles elles établissent la transition.

Il y a toujours des stomates sur les deux faces, mais, généralement (p. 114), ils sont moins nombreux à la face interne. Les poils sont monomorphes et les cellules circumpilaires sont, dans la grande majorité des cas, disposées en rosace et parfois soulevées en piédestal, surtout sur le pétiole (fig. 383, 390, 391 et 392).

Oxygraphis (*R. cymbalariae,* Prodr., n° 59, p. 33).

L'espèce unique de ce genre est une Renoncule de la troisième section, qui ne peut en être séparée par les caractères tirés de la feuille. Sa place est bien déterminée entre le *R. hederaceus* et les Renoncules terrestres.

Ce genre n'existe pas dans le Prodrome.

Ficaria.

La feuille de la Ficaire est une feuille d'Oxygraphis plus développée (pp. 77 et 78).

Le genre *Ficaria* pourrait bien rentrer dans le genre *Ranunculus,* comme Linné l'admettait.

Caltha.

La feuille de *Caltha* rappelle, par sa configuration extérieure, une feuille de Ficaire plus ample et plus développée. Les feuilles de ces deux plantes ont encore d'autres caractères communs importants, notamment le faisceau L ramifié en éventail dans le limbe (p. 74), le faisceau M dans l'axe du pétiole ou très près de cet axe, la présence de stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces, et le mésophylle bifacial.

Ce qui distingue spécialement la feuille du *Caltha,* c'est d'abord la section transversale orbiculaire de son faisceau médian (fig. 226), ses palissades rameuses ou non rameuses, et surtout sa gaine longuement vaginée dans le bourgeon (fig. 214).

Les poils sont monomorphes.

C'est surtout par sa gaine vaginée et par ses palissades rameuses que le *Caltha* se rattache au *Trollius.*

Trollius.

La feuille se compose d'un limbe polacrone basipète à cinq ou sept segments lobés et dentés, d'un pétiole subcylindrique, d'une gaine qui, dans le bourgeon, offre beaucoup d'analogie avec celle du *Caltha* (p. 61, fig. 168 et 169).

Le mésophylle est bifacial, à palissades rameuses ou non rameuses. L'épiderme est aussi bifacial. Les stomates n'existent qu'à la face externe. Les poils sont dimorphes.

Par la présence de plusieurs feuilles végétatives complètes sur la même pousse, par la forme du limbe, les caractères du mésophylle et des stomates, le *Trollius* se rattache aux Aconits. Il s'en écarte par la forme de la gaine et le dimorphisme pilaire.

Eranthis.

Le limbe de la feuille végétative est triacrone, à segments sessiles, les latéraux larges et profondément bifides, simulant cinq segments disposés en rayonnant autour de l'axe du pétiole, ce qui est corrélatif à la subcylindricité du pétiole; ce dernier caractère est commun avec le *Trollius*.

La gaine est non ailée et reçoit trois faisceaux.

Helleborus.

Les feuilles d'Hellébores ont un limbe polacrone basipète, pédatiséqué, plus rarement triacrone, à segments sessiles ou subsessiles, les marginaux obscurément et inégalement rachidés (pp. 80 et suivantes).

La gaine est peu ailée ou non ailée et reçoit de sept à onze faisceaux. Il n'y a pas de faisceaux à la face interne du pétiole, mais comme les faisceaux de l'arc externe sont disposés en fer à cheval, les deux branches peuvent se rapprocher par leurs extrémités quand le pétiole devient subcylindrique. Cette particularité se présente également chez les Pivoines.

Le parcours à la base du limbe et dans le limbe présente certaines particularités décrites précédemment (pp. 80, 84 et 86). Mais il n'a pas de véritable nœud entre le pétiole et le limbe.

Le faisceau médian, dans le pétiole, présente sur sa coupe

transversale une figure elliptique allongée avec une zone cambiale droite ou à convexité extérieure. Ce caractère est à mettre en relief dans la famille des Renonculacées et permet de reconnaître une Hellébore par ses faisceaux pétiolaires (fig. 269). De plus, les éléments du bois sont à calibre fort étroit.

Il faut aussi accorder une mention spéciale aux cellules épidermiques du pétiole, qui ont les parois latérales épaisses et ponctuées. Ce caractère existe aussi souvent dans les cellules de l'épiderme du limbe (fig. 249, 250, 272). La cuticule est toujours épaisse, ridée ou chagrinée.

Isopyrum.

Limbe triacrone composé. Gaine allongée et auriculée recevant trois faisceaux.

Le mésophylle est bifacial, les palissades non rameuses, les stomates répartis sur les deux faces. Poils monomorphes, d'ailleurs très rares.

Garidella.

Feuille végétative principale, à limbe monacrone composé et gaine non ailée recevant trois, beaucoup plus rarement cinq faisceaux. Ceux-ci n'existent jamais à la face interne du pétiole.

Le mésophylle est bifacial, à palissades rameuses ou non rameuses. L'épiderme est équifacial, et les stomates sont répartis sur les deux faces du limbe, mais moins nombreux à la face interne. Les poils sont rares et caducs (voir p. 23).

Le genre *Garidella* ne renferme, comme le genre *Nigella*, que des espèces annuelles. Il ne peut être séparé de ce dernier par des caractères tirés de la morphologie de la feuille.

Nigella.

Caractères des Garidelles.

Aquilegia.

Feuille à limbe triacrone composé dont les segments sont disposés en rayonnant autour de l'axe du pétiole. Celui-ci est subcylindrique. La gaine est auriculo-ailée et reçoit onze à

quinze faisceaux. Ceux-ci ne forment un arc interne que dans la région tout à fait supérieure de la gaine (p. 47).

Dans le pétiole, les faisceaux sont disposés sur un cercle presque régulier et entourés d'un étui sclérenchymateux dans le tissu fondamental externe (fig. 116).

A la base du limbe existe une voûte anastomotique complexe (fig. 117).

Le mésophylle est bifacial, à palissades non rameuses, bi- ou trisériées.

L'épiderme est bifacial, à cuticule bombée.

Les stomates n'existent qu'à la face externe. Les poils sont dimorphes.

Delphinium.

Ce genre comprend des espèces annuelles et des espèces vivaces. Les espèces annuelles sont reliées aux *Adonis* par le *D. Ajacis :* absence d'arc interne de faisceaux dans le pétiole; poils dimorphes peu nombreux, etc.

Les espèces vivaces ont un limbe polacrone simple, basipète, une gaine non ailée ou peu ailée.

Il n'y a généralement que trois faisceaux qui sortent dans la feuille.

Le mésophylle est bifacial, à palissades variables.

Les stomates n'existent qu'à la face externe. Poils variables (p. 70).

Aconitum.

Limbe, gaine, nombre de faisceaux, parcours et stomates comme dans les Delphinium vivaces.

Les palissades sont rameuses ou non rameuses.

Les poils sont monomorphes, cylindriques, aigus.

Les feuilles pérulaires rappellent celles du *Trollius*.

Actaea.

Limbe composé triacrone, à rachis primaires égaux ou presque égaux. La gaine est courte et faiblement auriculée. Les faisceaux

sont très nombreux dans la gaine et le pétiole; ils forment à la base du limbe un réseau anastomotique très compliqué. Un complexus analogue se trouve à l'insertion des rachis d'ordre inférieur.

Le mésophylle est bifacial; les cellules qui correspondent au parenchyme palissadique sont courtes et isodiamétriques. L'épiderme est équifacial. Des stomates à la face externe seulement. Poils cylindriques aigus.

Sur une pousse, il n'y a qu'une seule feuille végétative au-dessus de la pérule.

La feuille d'*Actaea* offre une certaine analogie avec la feuille d'*Aquilegia*, résultant surtout de l'égalité de leurs trois rachis primaires. Par la prédominance du rachis médian, on passe à la feuille du *Cimicifuga fœtida*, du *C. racemosa* et de la plupart des *Thalictrum*. Les *Cimicifuga* et les *Thalictrum* ont plusieurs feuilles végétatives, mais d'inégale importance sur la même pousse.

Cimicifuga.

Analogie frappante avec *Actaea* quant aux caractères des feuilles.

Ce genre n'existe pas dans le Prodrome.

Paeonia.

Les Pivoines ont un limbe triacrone composé. Elles sont surtout caractérisées par des faisceaux mal individualisés, qui sont plutôt des fragments de la couronne libéro-ligneuse de la tige sortant dans la feuille (p. 88, fig. 276). Ces massifs libéro-ligneux ont parfois une section transversale concentrique dans le bas de la gaine (fig. 282).

Il n'y a pas de faisceaux à la face interne du pétiole, à moins que, comme dans les Hellébores, les extrémités de l'arc interne ne se rapprochent l'une de l'autre, ce qui est le cas des espèces à pétiole cylindrique (fig. 288).

A la base du limbe, il n'existe ni voûte anastomique ni arcs transversaux proprement dits, donc pas de nœud.

La zone cambiale est arquée, mais avec convexité extérieure.

Le mésophylle est bifacial, à palissades courtes, irrégulières, rameuses, parfois aplaties. Des stomates à la face externe seulement. Une seule sorte de poils. Souvent des cristaux.

Les genres *Paeonia* et *Helleborus* ont plusieurs caractères anatomiques qui leur sont communs. L'un et l'autre semblent former, par la morphologie de leurs feuilles, un groupe distinct dans la famille des Renonculacées.

CONCLUSIONS.

Il y a des conclusions importantes à tirer de ce qui précède :

1° Les genres sont caractérisés, dans les Renonculacées, non seulement par les organes floraux, mais aussi par leurs organes végétatifs, spécialement par les feuilles.

2° Certains genres résistent mieux que d'autres aux influences du milieu, et ce sont précisément ceux où les espèces présentent le moins de formes intermédiaires et sont par conséquent caractérisables par la morphologie des organes végétatifs.

3° Il est préférable de n'étudier la structure des végétaux que dans leurs stations naturelles seulement; la culture introduit de nouvelles causes de variation.

4° L'anatomie de la feuille pourra trancher certaines divergences de vues qui existent entre les systématiciens en fournissant des arguments nouveaux à ceux qui veulent la suppression de genres contestables ou la justification de genres contestés. Ainsi il résulte de mes observations que, d'une part, le genre *Hepatica* n'est pas suffisamment caractérisé par ses organes végétatifs pour justifier son existence distincte du genre *Anemone;* il en est de même des *Nigella-Garidella*, des *Actaea-Cimicifuga*, des *Ficaria-Oxygraphis-Ranunculus;* que, d'autre part, les Pulsatilles dans le genre *Anemone*, les *Batrachium* et les Renoncules monacrones dans le genre *Ranunculus* constituent des sections bien établies.

On voit donc que les caractères anatomiques ne bouleversent pas les classifications établies : ils ne font que les confirmer ou les perfectionner. Ainsi entendus, ils ne viennent pas semer la discorde, mais plutôt apaiser les conflits; ces résultats réjouiront ceux qui veulent, et avec raison, lutter contre la dislocation des genres et la « pulvérisation » de l'espèce.

5° L'anatomie aidera, dans la plupart des genres, à classer les espèces; elle pourra même parfois suffire à elle seule pour déterminer le plus grand nombre d'entre elles (*Anemone, Delphinium*, *Helleborus*). Dans d'autres genres, aux allures épharmoniques bien définies, où les espèces sont reliées par de nombreuses variétés et formes intermédiaires, où elles sont plus facilement influencées par les causes adaptationnelles, dans ces genres (*Thalictrum*, *Aquilegia*, *Paeonia* et peut-être *Aconitum*), l'anatomie ne parviendra probablement pas à débrouiller le chaos dans lequel les ont laissées nos devanciers les systématiciens.

N'ayant pas étudié *toutes* les espèces d'un genre compliqué, je n'ai pu déterminer la notion de l'espèce d'après mes propres observations. Je n'ai donc pas ici en vue ni l'espèce ancestrale, ni l'espèce primaire, ni l'espèce morphologique, ni l'espèce jordanienne, ni etc., j'appelle tout simplement espèce ce que la plupart des botanistes appellent espèce dans les végétaux supérieurs.

Si l'on insiste aujourd'hui pour que l'anatomiste tienne soigneusement compte de la Systématique, je pense également que les monographies, pour être complètes et parfaites, ne doivent pas rejeter ni dédaigner les investigations anatomiques. L'Anatomie et la Systématique sont deux branches sœurs qui se complètent l'une l'autre et qui doivent marcher la main dans la main.

Et, comme le fait fort bien remarquer John Briquet [1],
« établir deux catégories taxinomiques distinctes de caractères,
» basées sur les limites du pouvoir visuel de l'homme, serait
» pour le moins futile. Que les caractères soient empruntés aux
» organes ou aux tissus, c'est toujours de la morphologie que
» l'on fait. D'ailleurs les morphologistes ont empiété sur le

(1) J. Briquet, *Observations critiques sur les Conceptions actuelles de l'espèce végétale au point de vue systématique.* (Préface de la Flore des Alpes maritimes, par Burnat.)

» domaine des histologistes et vice versa. Les morphologistes » font de l'histologie lorsqu'ils distinguent des poils rameux des » poils simples. »

En résumé, nos devanciers, guidés le plus souvent par leur merveilleux instinct de botanistes classificateurs, ont établi des groupements que l'anatomie, avec les progrès qu'elle a réalisés dans ces derniers temps, confirme le plus souvent d'une manière éclatante.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES CITÉES.

Aconitum *Anthora* L., *lycoctonum* L., *Napellus* L., *variegatum* L.

Actaea *spicata* L.

Adonis *aestivalis* L., *autumnalis* L., *flammeus* Jacq., *vernalis* L., *volgensis* Stev.

Anemone *apennina* L., *coronaria* L., *fulgens* J. Gay, *hortensis* L., *japonica* S. et Z., *nemorosa* L., *pratensis* L., *Pulsatilla* L., *ranunculoides* L., *stellata* Lam., *sylvestris* L., *virginiana* L.

Aquilegia *alpina* L., *chrysantha* hort., *Skinneri* Hook, *vulgaris* L.

Caltha *palustris* L.

Ceratocephalus *falcatus* L.

Cimicifuga *fœtida* L.

Clematis *angustifolia* Jacq., *erecta* All., *Flammula* L., *heracleaefolia* DC., *integrifolia* L., *Stans* S. et Z., *Vitalba* L.

Delphinium *Ajacis* L., *elatum* L., *grandiflorum* L., *nudicaule* Torr., *Staphysagria* L.

Eranthis *hyemalis* Salisb.

Ficaria *ranunculoides* Mönch.

Garidella *Nigellastrum* L.

Helleborus *atrovirens*, *colchicus*, *fœtidus* L., *lividus* Ait., *niger* L., *purpurascens* W. et K., *viridis* L.

Hepatica *triloba* Chaix.

Isopyrum *fumarioides* L.

Myosurus *minimus* L.

Nigella *Damascena* L., *hispania* L., *integrifolia* Reg.

Oxygraphis *cymbalariae* Prantl.

Paeonia *albiflora* Pall., *intermedia* C. A. Meyer, *mollis* And., *Moutan* Sims, *officinalis* L., *tenuifolia* L.

Ranunculus *aconitifolius* L., *acris* L., *amplexicaulis* L., *aquatilis* L., *arvensis* L., *auricomus* L., *bulbosus* L., *divaricatus* Schrk., *Flammula* L., *fluitans* Luck., *gramineus* L., *hederaceus* L., *lanuginosus* L., *Lingua* L., *muricatus* L., *nemorosus* DC., *parviflorus* L., *platanifolius* L., *repens* L., *Sardous* Crantz., *sceleratus* L., *tuberosus* Lapeyr.

Thalictrum *angustifolium* Jacq., *aquilegifolium* L., *calabricum* Spreng, *flavum* L., *fœtidum* L., *glaucum* Desf., *minus* L., var. *dunense* Dmrt., var. *depauperatum* Dmrt.

Trollius *europaeus* L.

RENSEIGNEMENTS HISTORIQUES ET BIBLIOGRAPHIQUES.

1. **Linné**, 1751. Philosophia botanica. Stockholm.

2. **De Candolle**, 1844. Théorie élémentaire de la Botanique, 3e édition.

3. **Trécul**, 1853. Mémoire sur la formation des feuilles, in *Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XX, p. 235.

Mémoire très documenté avec organogénie détaillée de nombreuses feuilles appartenant aux Dicotylées et aux Monocotylées. L'auteur distingue quatre types principaux aujourd'hui bien connus : basifuge, basipète, mixte et parallèle.

4. **Clos**, 1857. Les vrilles des *Smilax*, ni folioles, ni stipules, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. IV, p. 985.

Ces vrilles ne sont pas articulées à leur base, ce n'est qu'un double prolongement latéral des éléments cellulo-vasculaires du pétiole.

5. **Durieu de Maisonneuve**, 1859. Étude taxonomique de la ligule dans le genre *Carex*, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. VI, p. 621.

Il propose de se servir de la ligule comme caractère taxonomique.

6. **Cosson**, 1860. Note sur la stipule et la préfeuille dans le genre *Potamogeton* et quelques considérations sur ces organes dans les autres Monocotylées, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. VII, p. 715.

Analogie entre la ligule des Graminées et la *stipule* des Potamots, qui sont toutes deux formées par un organe unique.

7. **Cauvet**, 1865. Probabilité de la présence des stipules dans quelques Monocotylédones, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XII, p. 240.

Les petits filaments de la feuille d'*Althenia filiformis*, les vrilles de *Smilax aspera*, les appendices latéraux du *Tamus communis* sont des stipules.

8. **Cas. De Candolle**, 1868. Théorie de la feuille, in *Archives des sciences de la Bibliothèque universelle de Genève.*

La feuille serait un rameau à la face interne (supérieure) atrophiée; c'est-à-dire un rameau dont le cône terminal serait frappé de stérilité à la fois sur son sommet et sur sa face interne, ce qui est le cas le plus général.

9. **Germain de Saint-Pierre**, 1870. Nouveau dictionnaire de botanique. Paris, Baillière.

10. **Guillard**, 1870. Mémoire sur les organes par lesquels les feuilles rendent à la tige la sève qu'elles ont élaborée, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XVII.

Il entreprend de combler « une grave lacune de l'anatomie végétale »; distingue diverses formes de pétiole d'après la coupe transversale : pétiole cauloïde, hémicaule, grand arc, petit arc. Il groupe les familles des Dicotylées d'après cette coupe et attache une grande importance au nombre.

11. **Sachs**, 1874. Traité de botanique, traduit sur la troisième édition, par Van Tieghem. Paris, Savy.

12. **Lecoyer**, 1876. Notice sur quelques Thalictrum, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XV, p. 112.

Observations sur les poils glandulifères du *T. fœtidum* L.

13. **Lecoyer**, 1877. Étude morphologique sur les *Thalictrum*, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XVI, p. 198.

Donne en détail les caractères du genre et décrit quelques espèces inédites.

14. **Clos**, 1878. Des stipules et de leur rôle dans l'inflorescence et dans la fleur, in *Mém. Acad. des sc. de Toulouse*, septième série, t. X, p. 201.

Fait l'historique de la question des stipules. Il examine les stipules dans chacune des familles du règne végétal et émet une appréciation générale de leur valeur dans les divers degrés de la classification.

15. Cas. De Candolle, 1879. Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones, communiqué à la *Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève.*

S'occupe principalement des feuilles chez les plantes ligneuses. Reconnaît comme caractère constant, dans un même genre, la structure ouverte ou fermée du système principal des faisceaux du pétiole. Il en est de même, généralement, de la présence de faisceaux intracorticaux, tandis que la présence de faisceaux intramédullaires constitue une véritable anomalie.

16. Goebel, 1880. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes, in *Bot. Zeit.*, 38. Jahrgang, Nr 45, pp. 753 et suivantes.

17. Vesque, 1881. L'anatomie des tissus appliquée à la classification, in *Nouv. archives du Museum,* 2e série, t. IV.

Donne les caractères des Renonculacées tirés des poils, des stomates, des cellules épidermiques, des cristaux, du mésophylle et des faisceaux Se borne à une coupe au milieu du pétiole.

18. Vesque, 1882. Essai d'une monographie anatomique et descriptive de la tribu des Capparées (Capparidées ligneuses), in *Ann. sc. nat.*, 6e série, t. XIII.

19. Vesque, 1885. Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. I.

20. Marié, 1885. Recherches sur la structure des Renonculacées, in *Ann. sc. nat* , 7e série, t. XX.

C'est une étude anatomique des genres, par quelques coupes isolées dans la racine, la tige, la feuille. Une conclusion : le genre anatomique ne correspond pas toujours au genre morphologique.

21. Lecoyer, 1885. Monographie du genre Thalictrum, in *Bull. Soc. roy. de Belgique,* t. XXIV.

Renseignements historiques. Clef analytique des espèces, etc.

22. Costantin, 1886. Étude sur les feuilles des plantes aquatiques, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. III.

Dans l'eau, il y a disparition des stomates et du tissu

palissadique, réduction des éléments fibreux et vasculaires, formation de lacunes, etc.

23. **Colomb**, 1886. Note sur l'ochrea des Polygonées, in *Bull. Soc. bot de France*, t. XXXIII, p. 506.

C'est un organe complexe formé de deux parties : l'une opposée à la feuille, qui est la gaine de cette feuille; l'autre placée à l'aisselle de la feuille et détachée du pétiole, c'est une ligule.

24. **Dufour**, 1887. Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles, in *Ann. sc. nat.*, 7ᵉ série, t. V.

Au soleil, les feuilles prennent des dimensions plus considérables, les cellules épidermiques et les palissades sont plus grandes, les stomates plus nombreux, le sclérenchyme et le collenchyme sont plus développés. Il n'existe pas une intensité optimum inférieure à l'intensité de la lumière directe du soleil.

25. **Petit**, 1887. Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. Thèse. Paris.

Étudie plus particulièrement le parcours des faisceaux; attache beaucoup d'importance à la coupe *initiale*, base du pétiole, et surtout à la coupe *caractéristique*, sommet du pétiole

Groupe les parcours en un petit nombre de types et constate que dans les plantes herbacées les faisceaux du pétiole sont isolés et soudés entre eux dans les plantes ligneuses.

26. **Colomb**, 1887. Recherches sur les stipules, in *Ann. sc. nat.*, 7ᵉ série, t. VI.

Propose de nommer stipule tout appendice inséré sur la tige et dont le système vasculaire est exclusivement formé de dérivations empruntées aux faisceaux foliaires. Beaucoup de renseignements sur stipule, ligule, gaine, ochrea.

27. **Vuillemin**, 1887. A propos d'une récente communication de M. Colomb, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XXXIV, p. 141.

L'ochrea n'est qu'un vestige de l'état primordial auquel s'est substituée la feuille actuelle puissamment développée et différenciée. C'est l'homologue de la gaine

des *Equisetum* et de la gaine en général. La ligule des Graminées peut avoir la même valeur que la partie axillaire de l'ochrea.

28. Lesage, 1889. Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles, in *C. R. Acad. des sc.*, 29 juillet, n° 5, p. 204.

Il complète les renseignements fournis autrefois à ce sujet par Duval-Jouve en ce qui concerne l'épaisseur des feuilles, le tissu palissadique, les méats et la chlorophylle.

29. Nihoul, 1891. Contribution à l'étude anatomique des Renonculacées (*Ranunculus arvensis* L.), in *Mém. couronnés et mém. des sav. étr. publiés par l'Acad. roy. des sc. de Belgique*, t. LII.

30. Sauvageau, 1891. Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. XIII.

Les caractères anatomiques des feuilles sont tantôt suffisants, tantôt insuffisants pour permettre la détermination spécifique. En général, les caractères spécifiques tirés de l'anatomie présentent des points communs pour toutes les plantes appartenant à un même genre; par contre, les caractères génériques de même ordre ne confirment pas le groupement des genres réalisé d'après les caractères tirés de la fleur.

Quelques particularités sur les diaphragmes, l'épiderme, le bois, les stomates, l'ouverture apicale de la nervure médiane, le courant d'eau qui parcourt la feuille.

Voir aussi C. Sauvageau, *Sur les feuilles des Butomées*, id., t. XVII, 1893.

31. Van Tieghem, 1891. Traité de botanique, deuxième édition. Paris, Masson.

32. Vuillemin, 1892. La subordination des caractères de la feuille dans le phylum des *Anthyllis*. Nancy, Berger-Levrault.

33. Chatin, 1893. Commence une série d'articles, terminée en 1898, sur la gradation des espèces végétales, in *C. R. Acad. des sc.*, t. CVI, n° 23, premier semestre et tomes suivants.

La théorie est basée sur la multiplicité des parties homologues, la variété des organes, leur localisation. Il

groupe les classes dans l'ordre de perfection croissante et justifie cet arrangement par des considérations anatomiques : le nombre de faisceaux à l'extrême base du pétiole est le critérium anatomique de perfection organique.

34. Massart, 1894. La récapitulation et l'innovation en embryologie végétale, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XXXIII.

A un point de vue spécial, l'auteur s'occupe de diverses formes de feuilles que l'on rencontre sur une même plante et de nombreux cas d'organogénie. Il passe rapidement sur les questions histologiques.

35. Lenfant, Mansion et **Sterckx,** 1897. Contribution à l'anatomie des Renonculacées : le genre *Delphinium*, le *Thalictrum flavum* L., la tribu des Clématidées, in *Archives de l'Institut bot. de l'Univ. de Liége*, vol. I.

36. O. Spanjer, 1898. Untersuchungen über die Wasserapparate der Gefässpflanzen. Inaugural-Dissertation. Marburg.

Travail d'anatomie avec nombreuses expériences physiologiques sur le tissu épithémial.

Voir la note ([3]) de la page 76 du présent Mémoire.

37. Dassonville, 1898. Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux, in *Revue scient.* du 16 juillet.

Prouve que la composition chimique du sol a une influence appréciable sur la structure, comme la lumière, la chaleur, etc.

38. Solereder, 1898. Systematische Anatomie der Dicotyledonen.

Ranunculaceae : Caractères anatomiques de la famille tirés des faisceaux, des ponctuations, des vaisseaux, des stomates, des poils, des cristaux, etc.

Il signale aussi l'existence de palissades rameuses dans certains genres, les stomates aquifères et les glandes à matière visqueuse dans les dents des feuilles, la structure anormale de la tige dans les *Actaea*, etc.

39. Gravis, 1898. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L., in *Mém. couronnés et mém. des sav. étr. publiés par l'Acad. roy. de Belgique*, t. LVII.

PLANCHES.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Adonis autumnalis L.

Fig. 1 et 2. — Feuille végétative la plus complète. Pétiole long, remplacé par pointillé, p. 14.

Fig. 3. — Pétiole de la même avec cavité centrale, p. 15.

Fig. 4. — (Schéma.) Extrémité d'un segment (bords en pointillé), p. 15.

Fig. 5. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 15.

Fig. 6. — Section du limbe, p. 16.

Fig. 7. — Épiderme interne (face supérieure), p. 17.

Fig. 8. — Épiderme externe (face inférieure), p. 17.

Fig. 9 et 10. — Feuille de la série régressive, p. 18.

Adonis volgensis Stev.

Fig. 11 et 12. — Feuille végétative la plus complète, p. 19.

Fig. 13. — Section du limbe, p. 20.

Fig. 14. — Épiderme interne, p. 20.

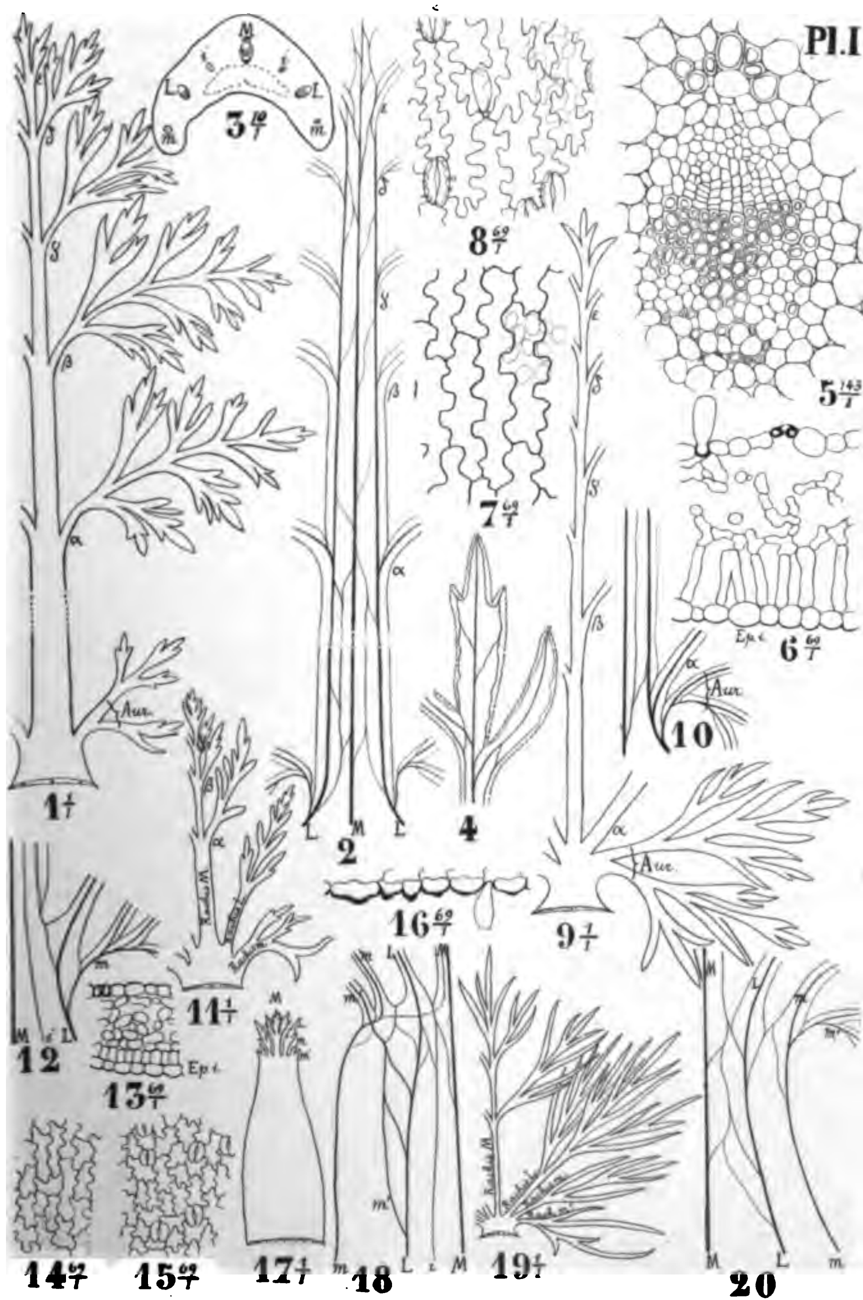
Fig. 15. — Épiderme externe, p. 20.

Fig. 16. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 20.

Fig. 17 et 18. — Feuille de la région inférieure de la tige, p. 20.

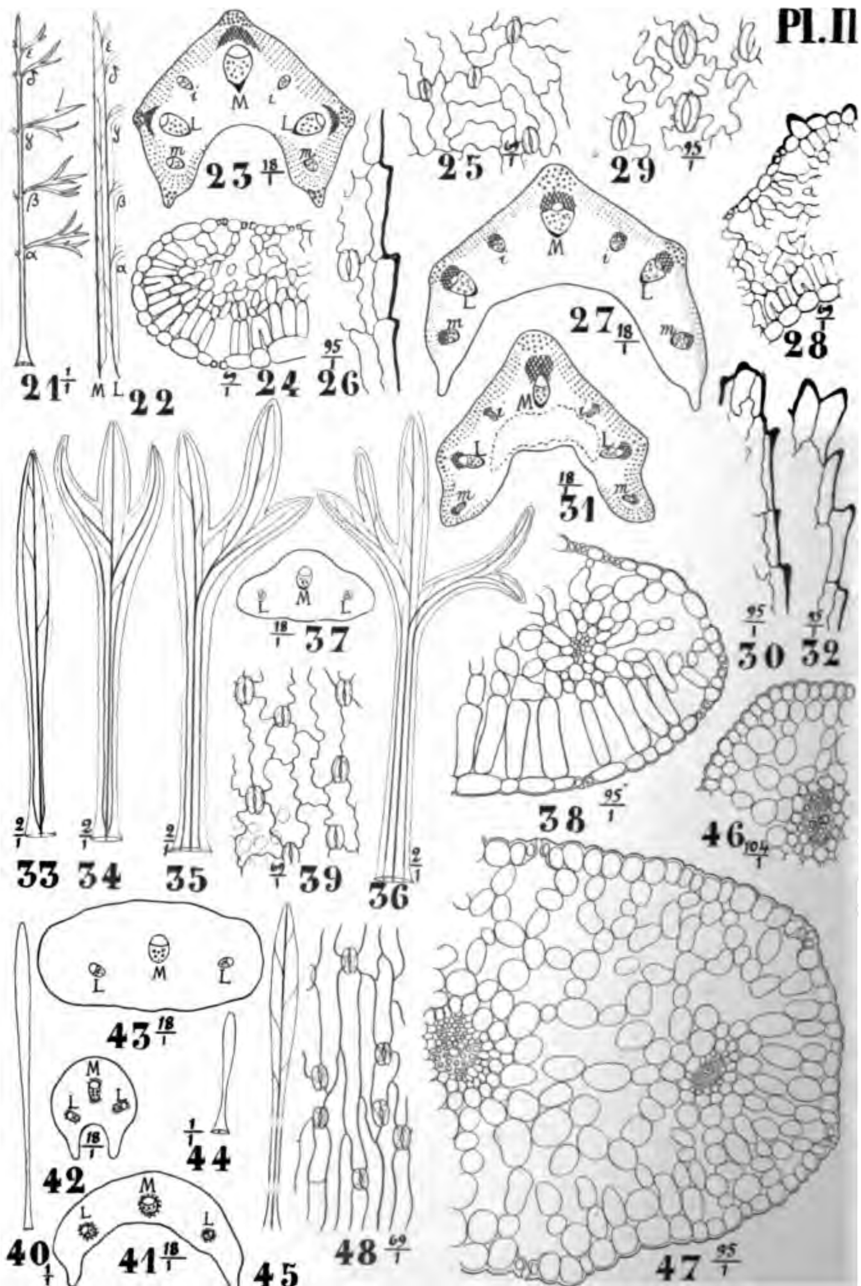
Adonis vernalis L.

Fig. 19 et 20. — Feuille végétative la plus complète, p. 20.



Dr JULES GOFFART ad nat. del

ADONIS AUTUMNALIS L. Fig. 1-10.
— VOLGENSIS Stev. Fig. 11-18.
— VERNALIS L. Fig. 19-20.



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

GARIDELLA NIGELLASTRUM L. Fig. 21-26.
NIGELLA DAMASCENA L. Fig. 27-30; N. HISPANICA L. Fig. 31-32.
CERATOCEPHALUS FALCATUS L. Fig. 33-39.
MYOSURUS MINIMUS L. Fig. 40-48.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Garidella Nigellastrum L.

Fig. 21 et 22. — Feuille végétative la plus complète, p. 22.
Fig. 23. — Milieu du pétiole, p. 22.
Fig. 24. — Section d'une partie du limbe, p. 22.
Fig. 25. — Épiderme interne, p. 22.
Fig. 26. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 22.

Nigella Damascena L.

Fig. 27. — Milieu du pétiole, p. 23.
Fig. 28. — Section d'une partie du limbe, p. 23.
Fig. 29. — Épiderme externe, p. 23.
Fig. 30. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 23.

Nigella hispanica.

Fig. 31. — Milieu du pétiole, p. 23.
Fig. 32. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 23.

Ceratocephalus falcatus L.

Fig. 33, 34, 35, 36. — Feuilles végétatives complètes, p. 24.
Fig. 37. — Milieu du pétiole, p. 24.
Fig. 38. — Section d'une partie du limbe, p. 24.
Fig. 39. — Épiderme interne, p. 24.

Myosurus minimus L.

Fig. 40. — Feuille végétative la plus complète, p. 25.
Fig. 41. — Section dans la gaine, p. 25.
Fig. 42. — Section dans le pétiole, p. 25.
Fig. 43. — Section dans le limbe, p. 25.
Fig. 44. — Une des feuilles végétatives inférieures, p. 25.
Fig. 45. — (Schéma.) Parcours dans la feuille de la fig. 40, p. 25.
Fig. 46. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 25.
Fig. 47. — Section du limbe montrant les faisceaux M et L, p. 25.
Fig. 48. — Épiderme interne, p. 25.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Anemone nemorosa L.

Fig. 49. — Extrémité d'un rhizome fertile, jeune hampe en pointillé, p. 26.

Fig. 50, 51, 52, 53, 54. — États successifs de la feuille végétative, p. 27.

Fig. 55, 56. — Gaine de face et limbe de la même, adultes, p. 28.

Fig. 57. — Parcours schématique, faisceaux centraux non figurés, p. 28.

Fig. 58, 59, 60. — Le bas, le milieu, le sommet du pétiole, p. 29.

Fig. 61, 62. — Coupes au-dessous et au-dessus de la voûte anastomotique, p. 29.

Fig. 63. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 30.

Fig. 64. — Un des faisceaux centraux, p. 30.

Fig. 65, 66. — Le limbe et l'épiderme externe, p. 31.

Fig. 67. — Deux cellules ramifiées du parenchyme spongieux, p. 31.

Fig. 68. — Base d'un poil cylindrique sur une nervure, p. 31.

Fig. 69. — Poils des bords du limbe, p. 32.

Fig. 70. — Base d'insertion de l'involucre adulte, p. 32.

Fig. 71. — La même dans le bourgeon, jeune, p. 33.

Fig. 72. — L'étui ou gaine involucrale et la hampe florale, p. 33.

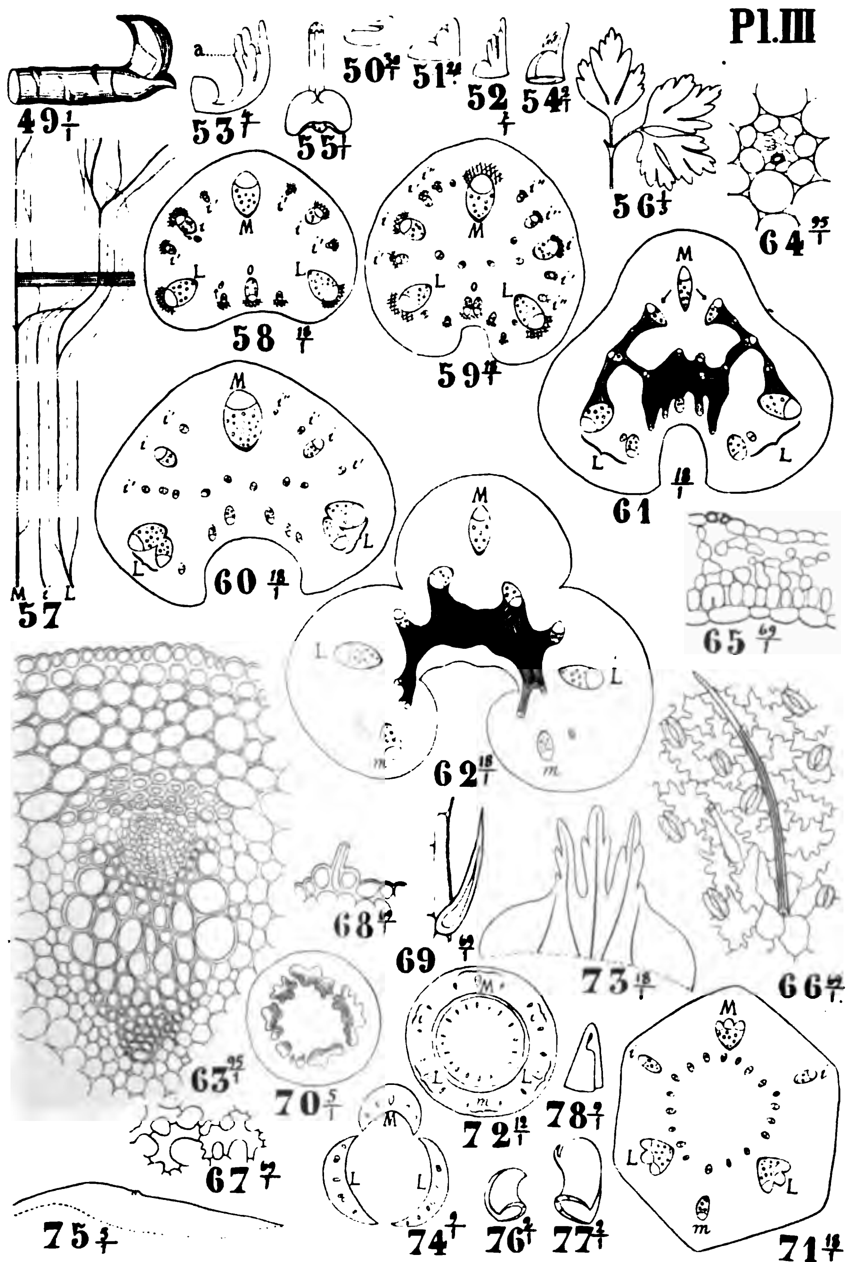
Fig. 73. — Le segment médian, jeune, de la bractée involucrale, p. 33.

Fig. 74. — Base des trois rachis de la bractée adulte, p. 33.

Fig. 75. — Une feuille souterraine adulte, détachée du rhizome, p. 35.

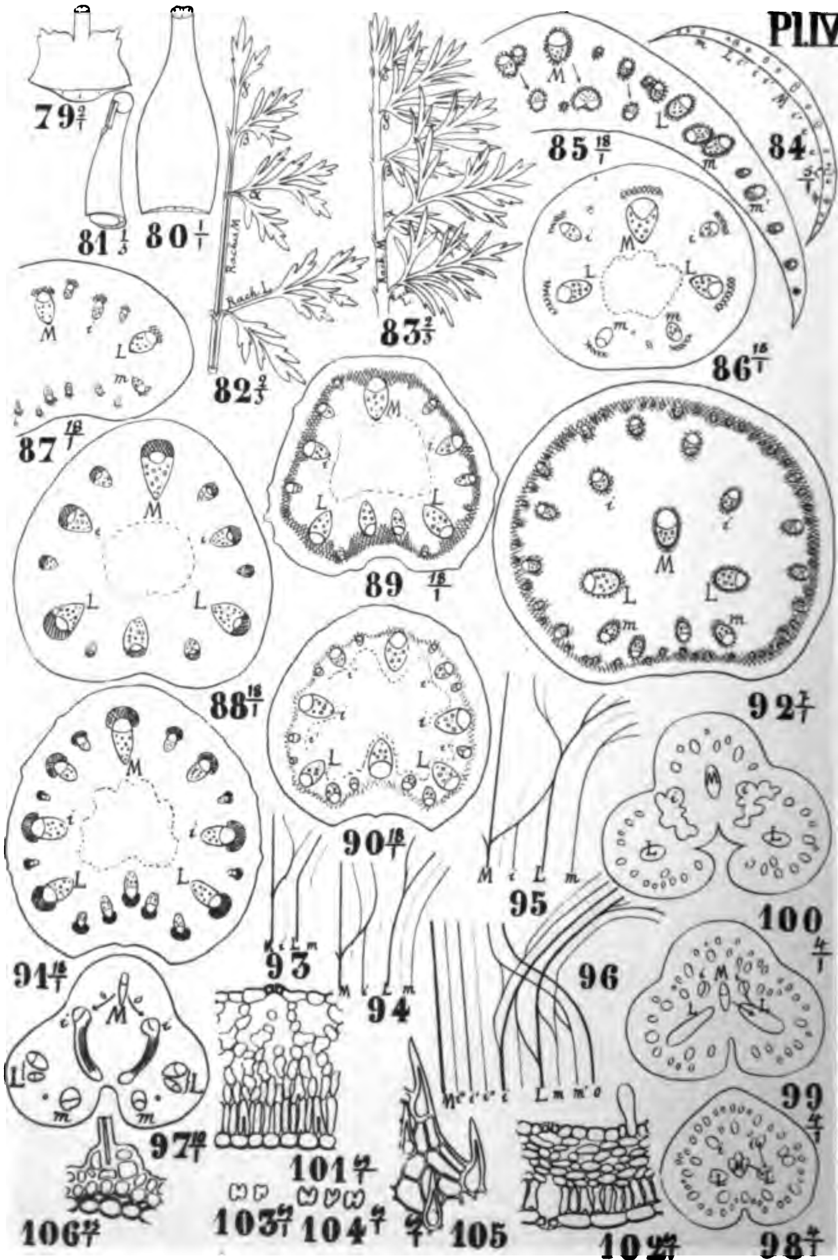
Fig. 76, 77. — Feuille pérulaire inférieure et feuille pérulaire supérieure, p. 36.

Fig. 78. — La préfeuille de face, p. 36.



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

ANEMONE NEMOROSA L. Fig. 49-78.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

ANEMONE. Fig. 79-106.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Genre Anemone.

Fig. 79. — *A. hortensis* L. Gaine de la feuille adulte, p. 37.
Fig. 80. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 81. — *A. japonica* S. et T. id.
Fig. 82. — *A. Pulsatilla* L. Limbe adulte, p. 37.
Fig. 83. — *A. pratensis* L. Limbe adulte, p. 37.
Fig. 84. — *A. Pulsatilla* L. Gaine adulte au-dessus de l'insertion, p. 38.
Fig. 85 — *A. Pulsatilla* L. Niveau quelque peu supérieur au précédent, p. 38.
Fig. 86. — *A. hortensis* L. Milieu du pétiole, p. 38.
Fig. 87. — *A. coronaria* L. id.
Fig. 88. — *A. virginiana* L. id.
Fig. 89. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 90. — *A. Pulsatilla* L. id.
Fig. 91. — *A. pratensis* L. id.
Fig. 92. — *A. japonica* S. et L. id.
Fig. 93. — *A. hortensis* L. (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 38.
Fig. 94. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 95. — *A. coronaria* L. id.
Fig. 96. — *A. Pulsatilla* L. id. p. 39.
Fig. 97. — *A. virginiana* L. Coupe dans la base du limbe, p. 38.
Fig. 98. — *A. japonica* S. et L. Trois coupes dans la base du limbe, p. 39.
Fig. 99. — *Id.* id.
Fig. 100. — *Id.* id.
Fig. 101. — *Id.* Section dans le limbe, p. 40.
Fig. 102. — *A. Pulsatilla* L. Section dans le limbe, p. 40.
Fig. 103. — *A. coronaria* L. Deux cellules palissadiques, p. 40.
Fig. 104. — *A. hortensis* L. Trois cellules palissadiques, p. 40.
Fig. 105. — *A. hortensis* L. Poils coniques des bords du limbe, p. 41.
Fig. 106. — *A. virginiana* L. Coupe dans la base d'un poil cylindrique, p. 41.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Hepatica triloba Chaix.

Fig. 107. — Milieu du pétiole, p. 45.
Fig. 108. — Section dans le limbe, p. 45.

Eranthis hyemalis Salisb.

Fig. 109. — Milieu du pétiole, p. 46.
Fig. 110. — Schéma du parcours, base du limbe, p. 46.
Fig. 111. — Section dans le limbe, p. 46.

Aquilegia vulgaris L.

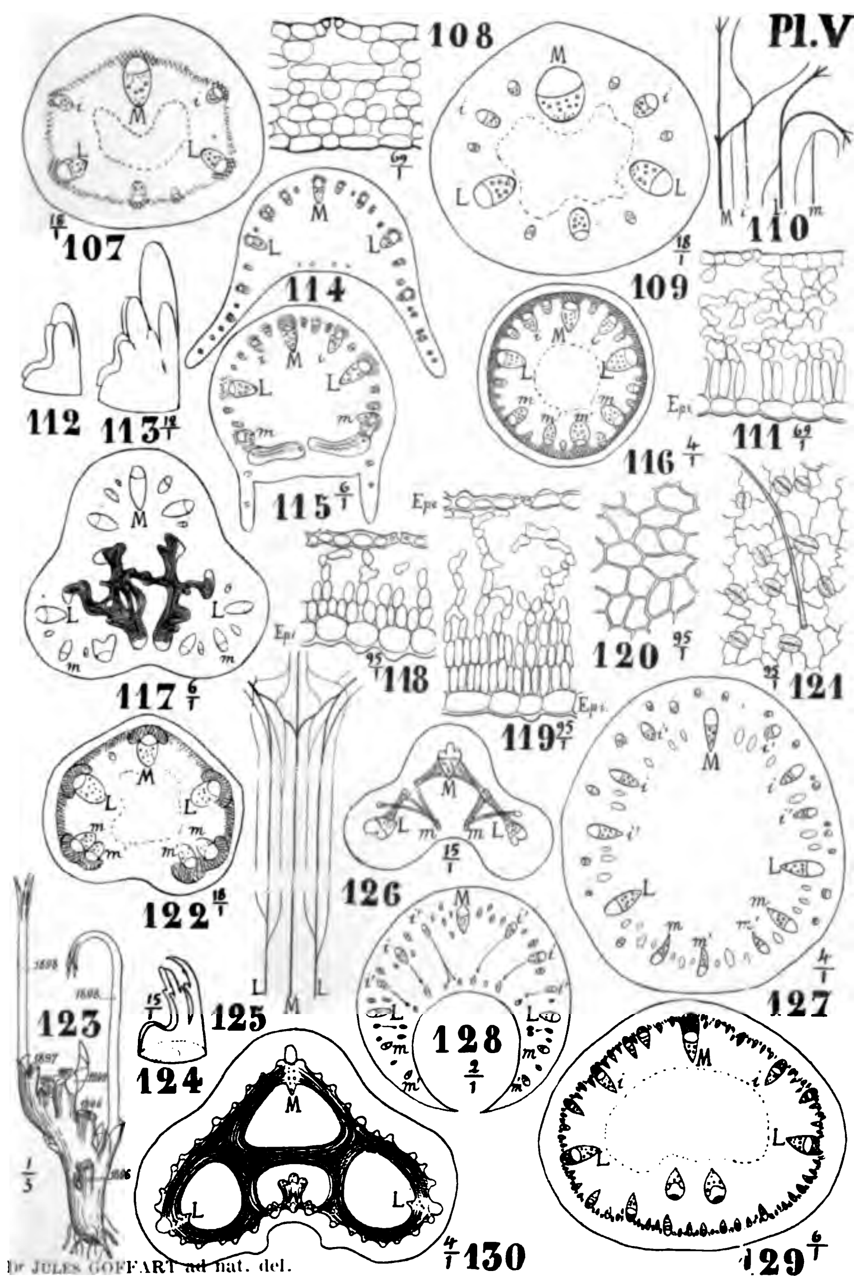
Fig. 112-113. — Deux stades jeunes de la feuille végétative, p. 46.
Fig. 114. — Coupe vers le milieu de la gaine, p. 47.
Fig. 115. — Coupe dans le haut de la gaine, p. 47.
Fig. 116. — Milieu du pétiole, p. 47.
Fig. 117. — Base du limbe avec voûte anastomotique, p. 47.
Fig. 118. — Section dans le limbe : individu spontané, p. 48.
Fig. 119. — Section dans le limbe : individu cultivé, p. 48.
Fig. 120. — Épiderme interne, p. 48.
Fig. 121. — Épiderme externe, p. 48.

Aquilegia alpina L.

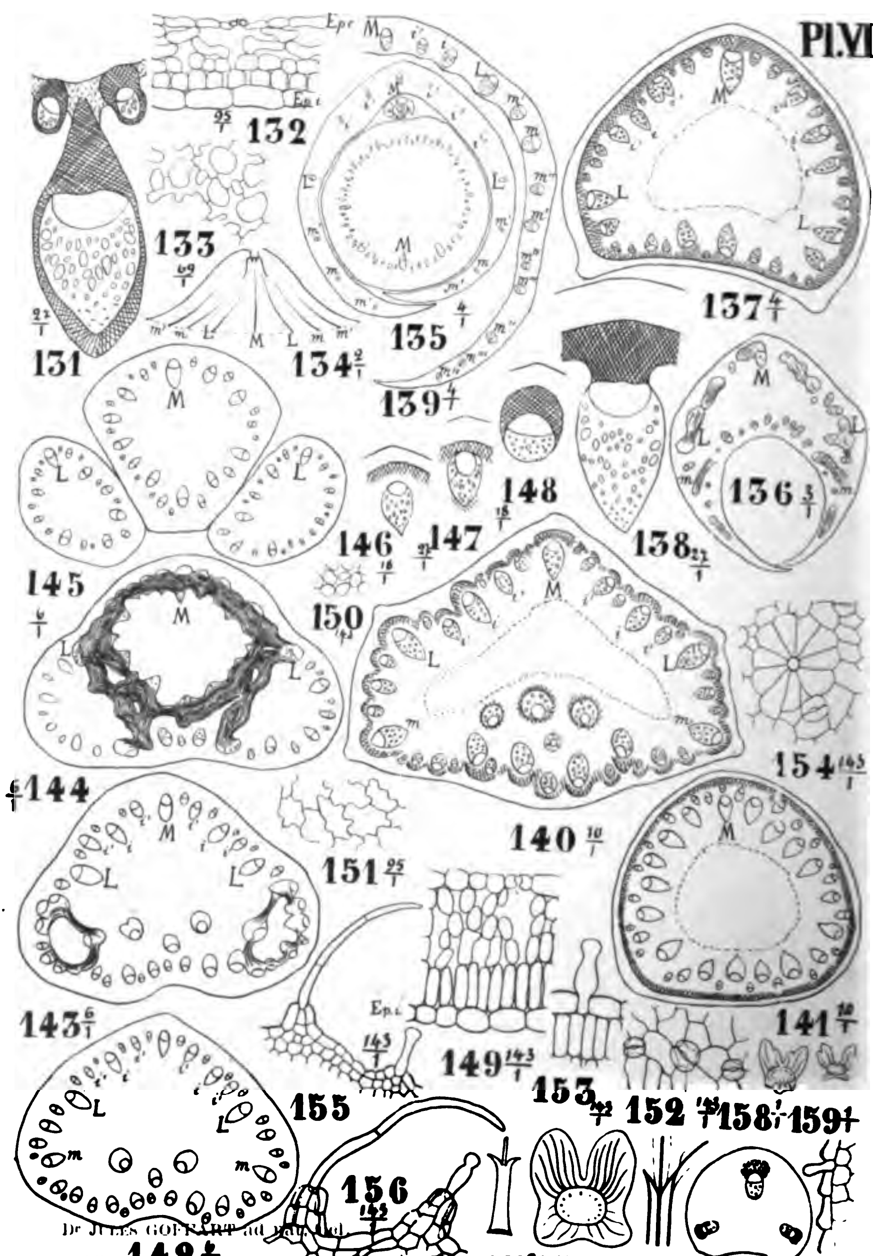
Fig. 122. — Coupe dans le bas du pétiole, p. 49.

Actaea spicata L.

Fig. 123. — Souche du printemps de 1898, p. 49.
Fig. 124. — Un stade jeune de la feuille végétative, p. 50.
Fig. 125. — (Schéma.) Parcours dans la *fe* 1 d'une plantule, p. 50.
Fig. 126. — Base du limbe de la même, p. 50.
Fig. 127. — La tige sous l'insertion de la feuille végétative, p. 50.
Fig. 128. — Région inférieure de la gaine, p. 50.
Fig. 129. — Milieu du pétiole, p. 51.
Fig. 130. — Base du limbe, p. 51.



HEPATICA TRILOBA Chaix. Fig. 107-108.
ERANTHIS HIEMALIS Salisb. Fig. 109-111.
AQUILEGIA VULGARIS L. Fig. 112-121; A. ALPINA L. Fig. 122.
ACTAEA SPICATA L. Fig. 123-130.



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

ACTAEA SPICATA L. (suite). Fig. 131-135.
CIMICIFUGA FOETIDA L. Fig. 136-138.
THALICTRUM. Fig. 139-159.
ISOPYRUM FUMARIOIDES L. Fig. 160-163.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Actaea spicata L. (suite).

Fig. 131. — Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 51.
Fig. 132. — Section dans le limbe, p. 51.
Fig. 133. — Quelques cellules du mésophylle spongieux, p. 51.
Fig. 134. — Une feuille pérulaire étalée, p. 52.
Fig. 135. — La feuille pérulaire, son bourgeon avec préfeuille, p. 52.

Cimicifuga fœtida L.

Fig. 136. — Région supérieure de la gaine, p. 53.
Fig. 137. — Milieu du pétiole, p. 53.
Fig. 138. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 53.

Genre Thalictrum.

Fig. 139. — *Th. glaucum* Desf. Base de la gaine, p. 54.
Fig. 140. — *Th. glaucum*. Milieu du pétiole, p. 55.
Fig. 141. — *Th. aquilegifolium* L. Milieu du pétiole, p. 55.
Fig. 142 à 145. — *Th. glaucum* Desf. Coupes successives dans la base du limbe, p. 55.
Fig. 146. — *Th. aquilegifolium* L Faisceau M au milieu du pétiole, p. 55.
Fig. 147. — *Th. minus* L. Id. id. p. 55.
Fig. 148. — *Th. calabricum* Spr. Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 56.
Fig. 149. — *Id.* Section dans le limbe, p. 56.
Fig. 150. — *Th. angustifolium* Jacq. Mésophylle spongieux vu de face, p. 57.
Fig. 151. — *Th. glaucum* Desf. Épiderme interne, p. 57.
Fig. 152. — *Id.* Épiderme externe, p. 57.
Fig. 153. — *Th. minus* L Un poil du limbe, p. 57.
Fig. 154. — *Id.* Épiderme externe ; rosace de cellules circumpilaires, p. 58.
Fig. 155. — *Th. fœtidum* L. Poil, épiderme externe, sur jeune feuille, p. 58.
Fig. 156. — *Id.* Poil, épiderme externe, sur feuille adulte, p. 58.
Fig. 157. — *Th. aquilegifolium* L. Projection, sur section transversale du pétiole, des stipelles de la base des trois rachis primaires, p. 58.
Fig. 158. — *Th. aquilegifolium* L. Projection des stipelles de la base des rachis secondaires, p. 58.
Fig. 159. — *Th. aquilegifolium* L. Projection des stipelles de la base des rachis tertiaires, p. 58.

Isopyrum fumarioides L.

Fig. 160. — Gaine adulte, p. 59.
Fig. 161. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 59.
Fig. 162. — Milieu du pétiole, p. 59.
Fig. 163. — Poil au bord du limbe d'une feuille de plantule, p. 59.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Trollius europaeus L.

FIG. 164. — Une pousse d'automne insérée sur une pousse-mère décomposée; elle fleurira au printemps suivant; elle porte des cicatrices des feuilles végétatives de l'été et trois feuilles pérulaires dont l'inférieure a été enlevée; le bourgeon axillaire de celle-ci est en *a*, p. 60.

FIG. 165. — La même dont on a enlevé trois feuilles pérulaires, montrant la jeune tige florifère terminale et le bourgeon axillaire *a'* de la feuille pérulaire supérieure, p. 60

FIG. 166, 167, 168, 169, 170. — Stades successifs de la feuille végétative, p. 61.

FIG. 171. — Gaine de la feuille adulte, p. 61.

FIG. 172. — Limbe de la feuille adulte, p. 61.

FIG. 173. — Coupe dans la gaine, p 62.

FIG. 174. — Milieu du pétiole, p. 62.

FIG. 175. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 62.

FIG. 176. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 62.

FIG. 177. — Cellules du liber d'un pétiole conservé dans l'alcool absolu pendant trois jours; coupe observée dans l'alcool; cinq cellules annexes, p. 62.

FIG. 178. — Action d'une petite quantité d'eau sur la coupe précédente; trois cellules annexes, p 62.

FIG. 179. — Action de la potasse sur la coupe (fig. 178); quatre cellules annexes, p. 62.

FIG. 180. — Le faisceau M dans la gaine, p. 63.

FIG. 181. — Section dans le limbe, p. 63.

FIG. 182. — Épiderme interne, p. 64.

FIG. 183. — Epiderme externe, p. 64.

FIG. 184. — Poil sur la gaine, face externe, p. 64.

FIG. 185. — Gaine adulte de la feuille végétative aérienne; p. 64.

FIG. 186. — Une des bractées supérieures, p. 64.

FIG. 187. — Une des feuilles pérulaires inférieures, p. 64.

FIG. 188. — Base d'un bourgeon, p. 65.

Genre Aconitum.

FIG. 189. — *A. Napellus.* Souche en novembre; à gauche, cicatrice de la région d'attache avec la pousse-mère, p. 65.

FIG. 190. — *A. Napellus.* La même montrant la feuille pérulaire supérieure, p. 65.

FIG. 191. — *A. Napellus.* La même après avoir enlevé toute la pérule, p. 65.

FIG. 192. — *Id.* La même développée en avril; quatre feuilles végétatives sont adultes; les trois supérieures ne sont pas encore étalées; le bourgeon de remplacement est en voie de développement, p. 65.

FIG. 193. — *A. Napellus.* Stade jeune de la feuille végétative, p. 66.

FIG. 194. — *Id.* Gaine de la même, p. 66.

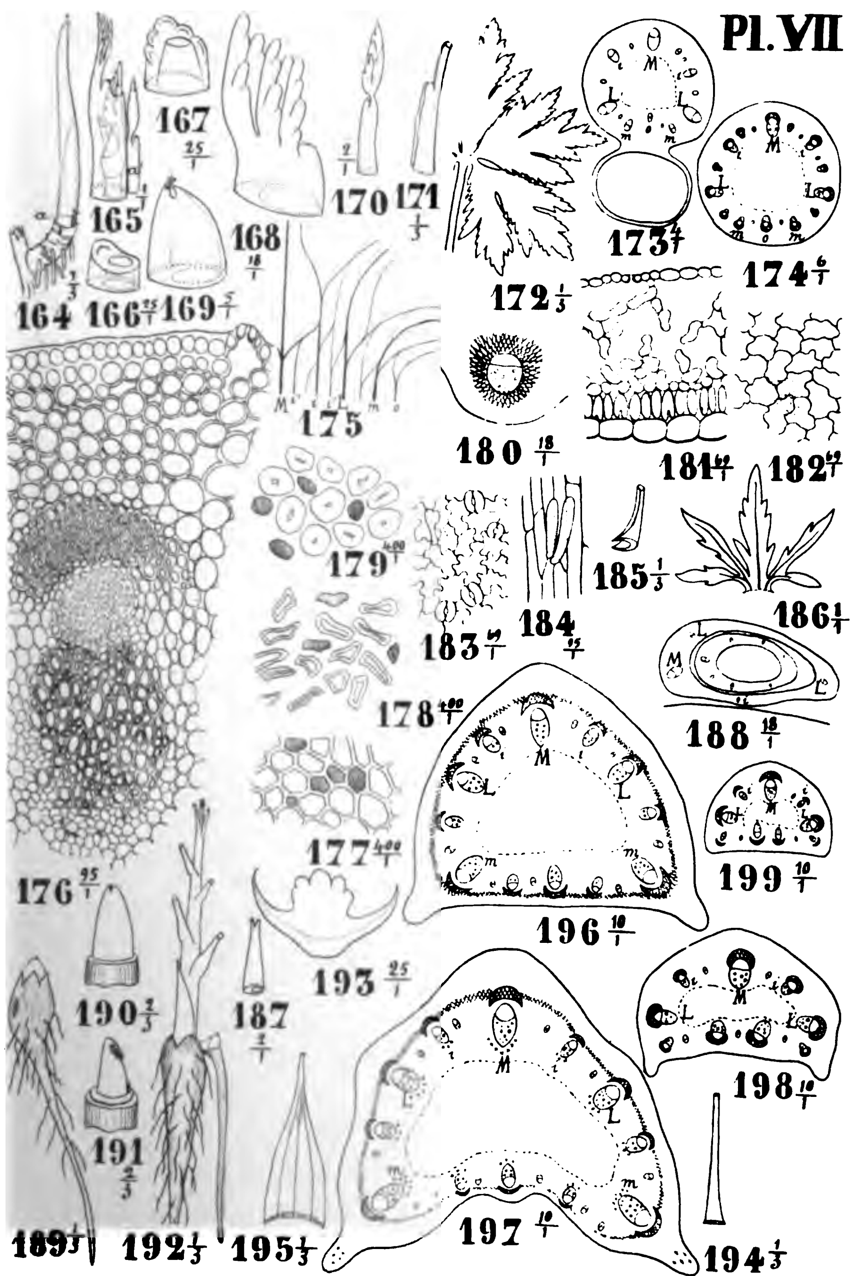
FIG. 195. — *Id.* Gaine d'une feuille inférieure de la pousse, p. 66.

FIG. 196. — *A. Anthora* L. Milieu du pétiole, p. 67.

FIG. 197. — *A. Lycoctonum* L. Id.

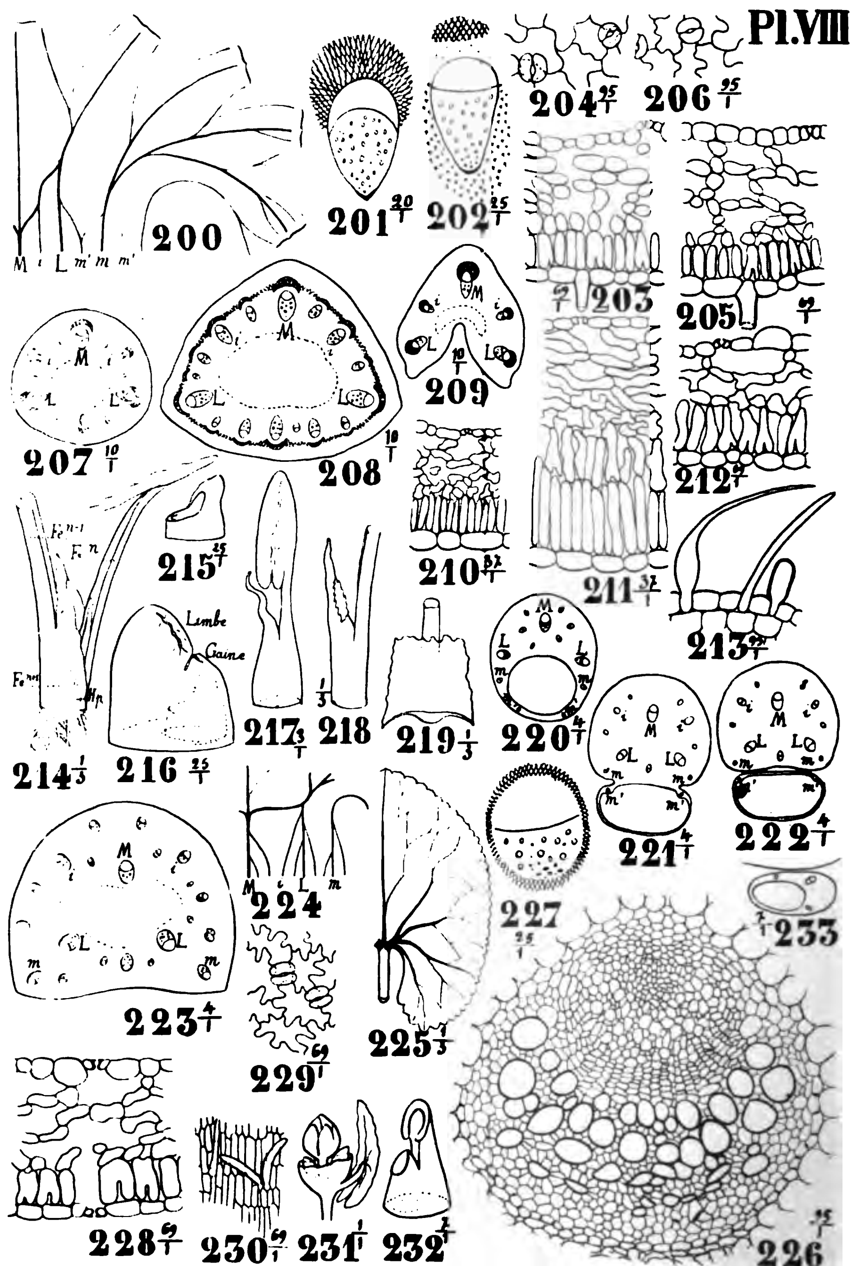
FIG. 198. — *A. Napellus* L. Id.

FIG. 199. — *A. variegatum* L. Id.



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

TROLLIUS EUROPAEUS L. Fig. 164-188.
ACONITUM. Fig. 189-199.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

ACONITUM (suite). Fig. 200-206.
DELPHINIUM. Fig. 207-213.
CALTHA PALUSTRIS L. Fig. 214-233.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Genre Aconitum (suite).

FIG. 200. — *A. Anthora.* (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 67.
FIG. 201. — *A. Napellus.* Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 68.
FIG. 202. — *A. lycoctonum.* Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 68.
FIG. 203 et 204. — *A. lycoctonum.* Section dans le limbe et épiderme externe, p. 68.
FIG. 205 et 206. — *A. Anthora.* Section dans le limbe et épiderme externe, p. 68.

Genre Delphinium.

FIG. 207. — *D. nudicaule.* Milieu du pétiole, p. 69.
FIG. 208. — *D. elatum.* Id. p. 69.
FIG. 209. — *D. Ajacis.* Id. p. 69.
FIG. 210. — *D. nudicaule* (d'Édimbourg). Section dans le limbe, p. 70.
FIG. 211. — *D. nudicaule* (de Naples). Section dans le limbe, p. 70.
FIG. 212. — *D. elatum,* p. 70.
FIG. 213. — *D. Staphysagria.* Les trois formes de poils sur la gaine, p. 70.

Caltha palustris.

FIG. 214. — (Figure demi-schématique.) Une pousse en août. Dans la gaine déchirée de *fe n* — 1, à gauche, son bourgeon axillaire bien développé. Dans le bas, la région d'attache du court rhizome, sur la pousse-mère, p. 72.
FIG. 215 et 216. — Deux stades jeunes de la feuille végétative, p. 72.
FIG. 217. — La même dont la gaine est adulte et le limbe involuté, p. 73.
FIG. 218. — Gaine adulte perforée de la même, p. 73.
FIG. 219. — La même étalée, p. 73.
FIG. 220. — Gaine vers le bas; coupe prise dans un bourgeon, p. 74.
FIG. 221. — Gaine, niveau plus élevé, p. 74.
FIG. 222. — Gaine, niveau plus élevé, p. 74.
FIG. 223. — Milieu d'un pétiole adulte, p. 74.
FIG. 224. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 74.
FIG. 225. — Parcours dans le limbe, p. 74.
FIG. 226. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 75.
FIG. 227. — Faisceau dans la gaine, p. 75.
FIG. 228. — Section dans le limbe, p. 75.
FIG. 229. — Épiderme externe, p. 75.
FIG. 230 — Épiderme de la gaine jeune, avec poils, p. 75.
FIG. 231. — Jeune hampe en septembre, avec sa bractée inférieure et trois boutons à fleur, p. 76.
FIG. 232. — La préfeuille, p. 77.
FIG. 233. — Base de la préfeuille, p. 77.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Ficaria ranunculoides Mönch.

Fig. 234. — Milieu du pétiole, p. 77.

Fig. 235. — Section dans le limbe, p. 78.

Oxygraphis Cymbalariae Prantl.

Fig. 236. — Milieu du pétiole, p. 78.

Fig. 237. — Section dans le limbe, p. 78.

Helleborus fœtidus L.

Fig. 238. — Bourgeon terminal en septembre après avoir détaché les feuilles végétatives supérieures, p. 79.

Fig. 239 et 240. — Deux stades de la feuille végétative, p. 80.

Fig. 241. — Préfoliaison des segments du limbe, p. 80.

Fig. 242. — Milieu du pétiole, p. 80.

Fig. 243. — Parcours à la base du limbe, p. 80.

Fig. 244. — La fe_1 d'une plantule, p. 81.

Fig. 245. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 81.

Fig. 246. — Le même dans la gaine, p. 81.

Fig. 247. — Section dans le limbe, p. 81.

Fig. 248. — Quelques cellules du parenchyme spongieux, p. 81.

Fig. 249. — Épiderme interne, p. 82.

Fig. 250. — Épiderme externe avec souche de poil tombé, p. 82.

Fig. 251. — Un poil, p. 82.

Fig. 252. — Une des bractées inférieures, p. 82.

Fig. 253. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe de la même, p. 82.

Fig. 254 et 255. — Autre bractée en place et étalée, p. 82.

Fig. 256 et 257. — Deux bractées de la région moyenne, p. 82.

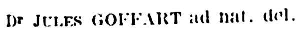
Fig. 258 et 259. — Deux bractées de la région supérieure, p. 82.

Fig. 260. — Section dans la bractée, figure 259, p. 83.

Fig. 261 et 262. — Épiderme interne de la même et l'assise sous-jacente, p. 83.

Fig. 263 et 264. — Épiderme externe de la même et l'assise sous-jacente, p. 83.

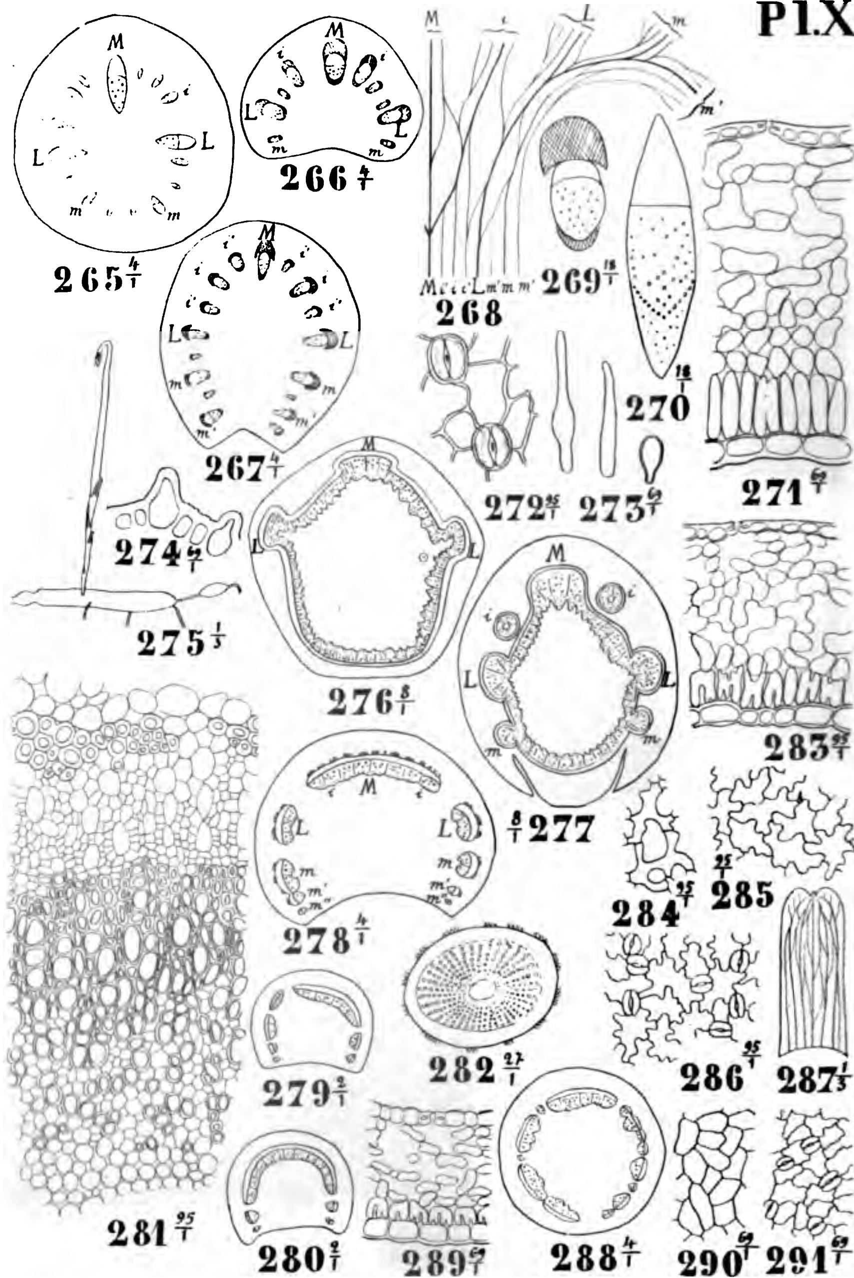
Pl. IX



Dr Jules Goffart ad nat. del.

FICARIA RANUNCULOIDES Mönch. Figs 234-237.
HELLEBORUS FŒTIDUS L. 238-264.

Pl. X



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

HELLEBORUS. Fig. 265-274.
PAEONIA OFFICINALIS Retz. Fig. 275-287.
PAEONIA, espèces diverses. Fig. 288-291.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

Genre Helleborus.

FIG. 265. — *H. niger.* Milieu du pétiole, p. 84.
FIG. 266. — *H. lividus.* Milieu du pétiole, p. 84.
FIG. 267. — *H. viridis.* Milieu du pétiole, p. 84.
FIG. 268. — *H. viridis.* (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 84.
FIG. 269. — *H. colchicus.* Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 84.
FIG. 270. — *H. niger.* Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 85.
FIG. 271. — *H. niger.* Section dans le limbe, p. 85.
FIG. 272. — *H. lividus.* Épiderme externe, p. 85.
FIG. 273. — *H. purpurascens.* Formes de poils, p. 85.
FIG. 274. — *H. niger.* Cellules épidermiques des nervures principales, face externe, p. 86.

Paeonia officinalis L.

FIG. 275. — Racine traçante, tubérisée par places, portant une jeune pousse, p. 88.
FIG. 276. — Entrenœud à 3 centimètres sous l'insertion de la feuille végétative la plus complète, p. 89.
FIG. 277. — Base d'insertion de la même, p. 89.
FIG. 278. — Milieu du pétiole, p. 89.
FIG. 279. — Autre niveau dans le même pétiole, p. 89.
FIG. 280. — Sommet du même, p. 89.
FIG. 281. — Portion du faisceau M au milieu du pétiole, p. 90.
FIG. 282. — Un massif libéro-ligneux concentrique, à la base de la gaine, p. 90.
FIG. 283. — Section dans le limbe, p. 90.
FIG. 284. — Deux cellules du parenchyme spongieux, p. 90.
FIG. 285. — Épiderme interne, p. 90.
FIG. 286. — Épiderme externe, p. 90.
FIG. 287. — Une feuille pérulaire supérieure (aérienne), p. 91.

Genre Paeonia.

FIG. 288. — *P. Moutan.* Milieu du pétiole, p. 92.
FIG. 289. — *Id.* Section dans le limbe, p. 92.
FIG. 290. — *Id.* Épiderme interne, p. 92.
FIG. 291. — *Id.* Épiderme externe, p. 92.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Clematis Flammula L.

Fig. 292, 293, 294, 295 et 296. — Les premières feuilles de la pousse, p. 93.

Fig. 297, 298 et 299. — Stades successifs de la feuille végétative principale, p. 93.

Fig. 300. — La même à l'état adulte, p. 93.

Fig. 301. — Schéma du parcours dans la même, p. 94.

Fig. 302. — Milieu du pétiole, p. 94.

Fig. 303 et 304. — Deux coupes au sommet du pétiole, p. 94.

Fig. 305. — Section dans le limbe, p. 95.

Fig. 306. — Deux poils sur le pétiole, p. 95.

Genre Clematis.

Fig. 307. — *C. integrifolia.* Feuille adulte, p. 96.

Fig. 308. — *C. Vitalba.* Milieu du pétiole, p. 96.

Fig. 309. — *C. erecta.* Section base du limbe, p. 96.

Fig. 310. — *C. Stans.* Section base du limbe, p. 96.

Fig. 311. — *C. Stans.* (Schéma.) Parcours à la base du limbe, 96.

Ranunculus Lingua L.

Fig. 312. — Stade jeune de la feuille végétative aérienne, p. 99.

Fig. 313. — La même au stade de préfoliaison, p. 99.

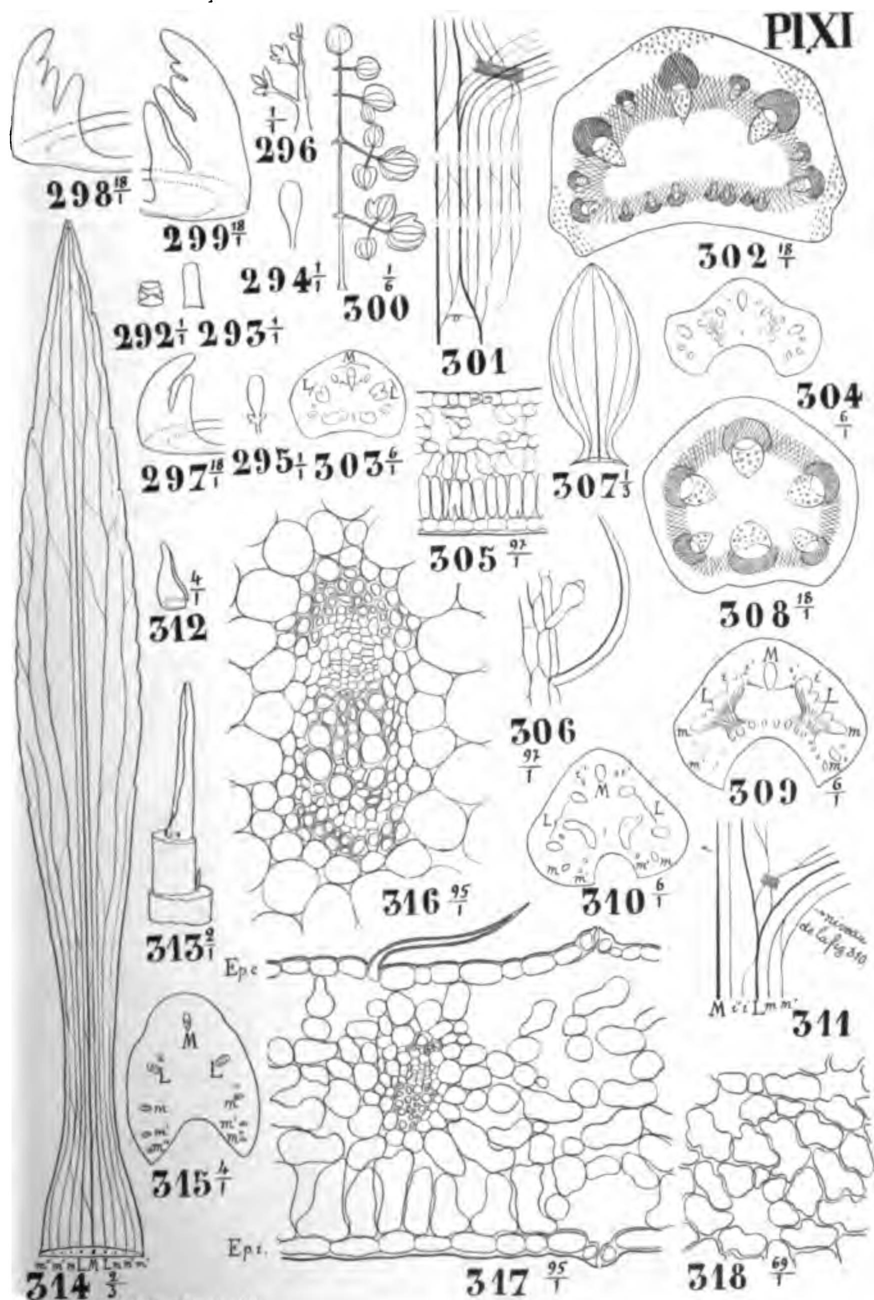
Fig. 314. — La même adulte avec pétiole ouvert et étalé, p. 99.

Fig. 315. — Milieu du pétiole, p. 99.

Fig. 316. — Faisceau M, p. 99.

Fig. 317. — Section dans le limbe, p. 99.

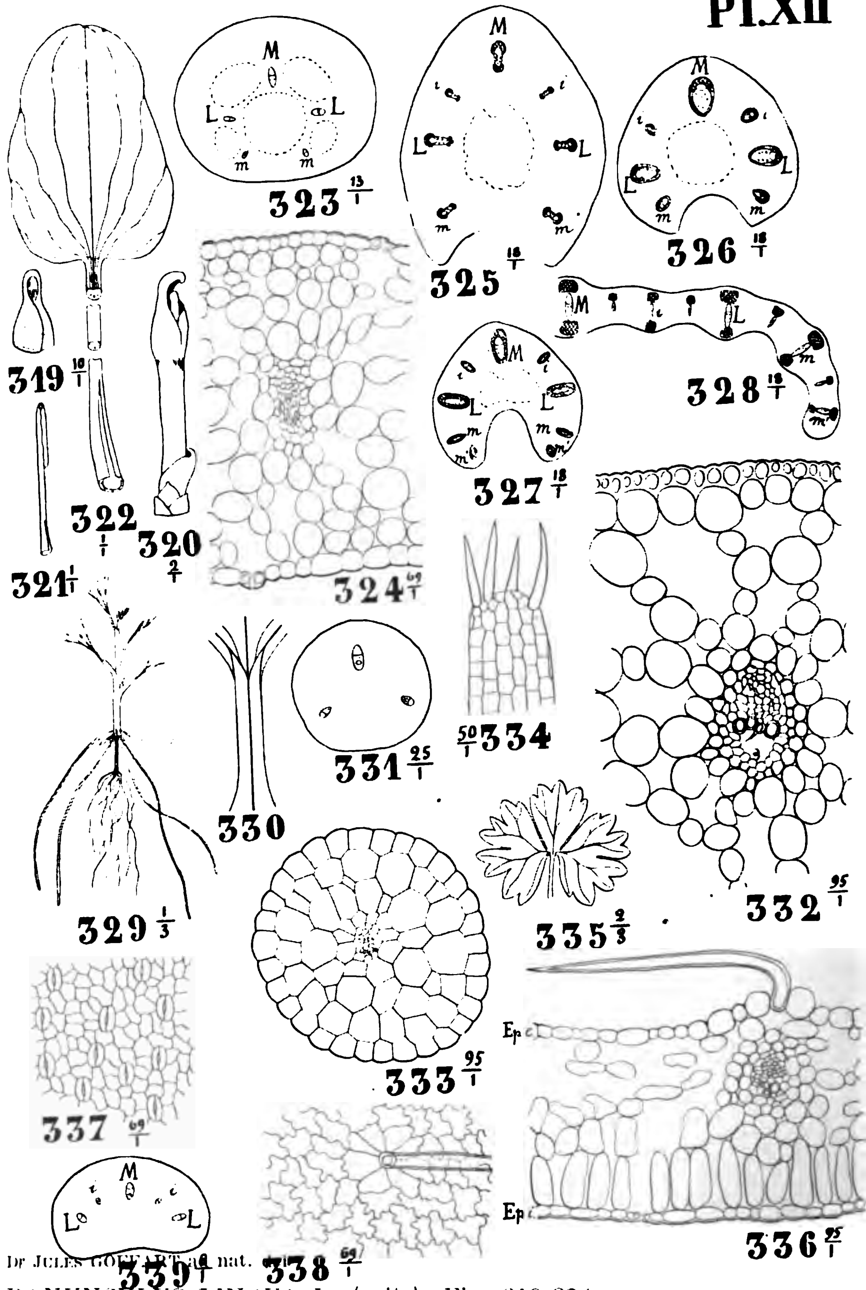
Fig. 318. — Palissades vues sous l'épiderme interne, p. 100.



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

CLEMATIS FLAMMULA L. Fig. 292-306.
CLEMATIS, espèces diverses. Fig. 307-311.
RANUNCULUS LINGUA L. Fig. 312-318.

Pl.XII



Dr Jules Goffart ad nat.

RANUNCULUS LINGUA L. (suite). Fig. 319-324.
RANUNCULUS, espèces à feuilles monacrones. Fig. 325-328.
RANUNCULUS AQUATILIS L. Fig. 329-338; R. FLUITANS Fig. 339.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Ranunculus Lingua L. (suite).

Fig. 319. — Stade jeune d'une feuille végétative nageante, p. 100.

Fig. 320. — Jeune pousse : dans le bas, les feuilles pérulaires, dans le haut, les feuilles nageantes soulevées par un long entrenœud, p. 100.

Fig. 321. — Feuille nageante en préfoliaison, p. 100.

Fig. 322. — La même adulte, p. 100.

Fig. 323. — Pétiole de la même, p. 100.

Fig. 324. — Son limbe, p. 100.

Renoncules monacrones.

Fig. 325. — *R. Flammula.* Pétiole de la feuille végétative, p. 102.

Fig. 326. — *R. amplexicaulis.* Pétiole de la feuille végétative, p. 103.

Fig. 327. — *R. gramineus.* Pétiole de la feuille végétative, p. 103.

Fig. 328. — *R. gramineus.* Section dans la moitié du limbe de la même, p. 103.

Ranunculus aquatilis L.

Fig. 329. — Une plantule en avril, p. 103.

Fig. 330. — (Schéma.) Parcours dans le pétiole et la base du limbe, p. 104.

Fig. 331. — Milieu du pétiole, p. 104.

Fig. 332. — Le faisceau M, p. 104.

Fig. 333. — Section vers le milieu d'une lanière du limbe, p. 105.

Fig. 334. — Épiderme près de l'extrémité de la même, p. 105.

Fig. 335. — La bractée nageante, p. 105.

Fig. 336. — Section dans le limbe de la même, p. 106.

Fig. 337. — Épiderme interne, p. 106.

Fig. 338. — Épiderme externe, p. 106.

Fig. 339. — *R. fluitans.* Milieu du pétiole, p. 106.

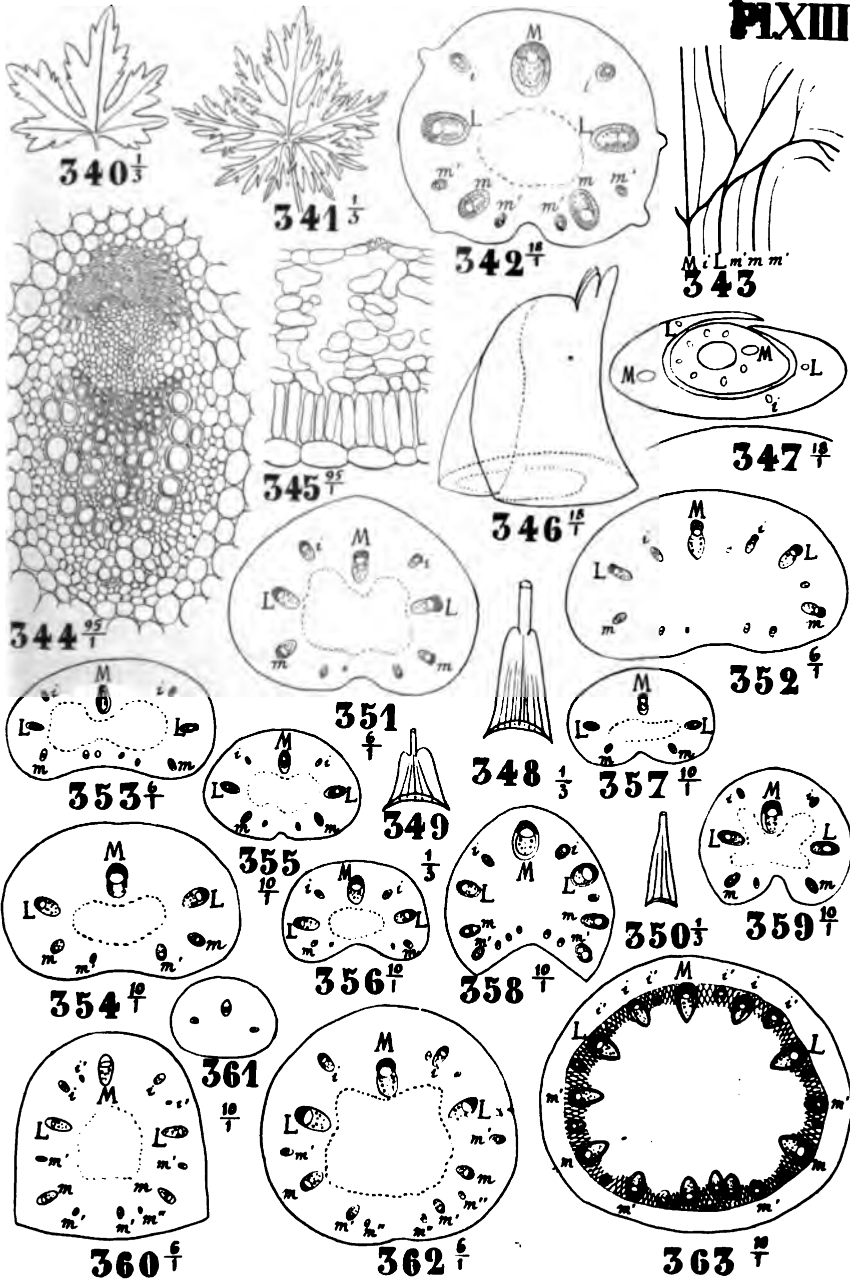
EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Ranunculus acris L.

Fig. 340. — Limbe de la feuille la plus complète, p. 108.
Fig. 341. — Limbe de la feuille la plus complète, p. 108.
Fig. 342. — Pétiole de la même, p. 108.
Fig. 343. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 108.
Fig. 344. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 108.
Fig. 345. — Section dans le limbe, p. 109.
Fig. 346. — Préfeuille, p. 109.
Fig. 347. — Section à la base de la préfeuille. p. 109.

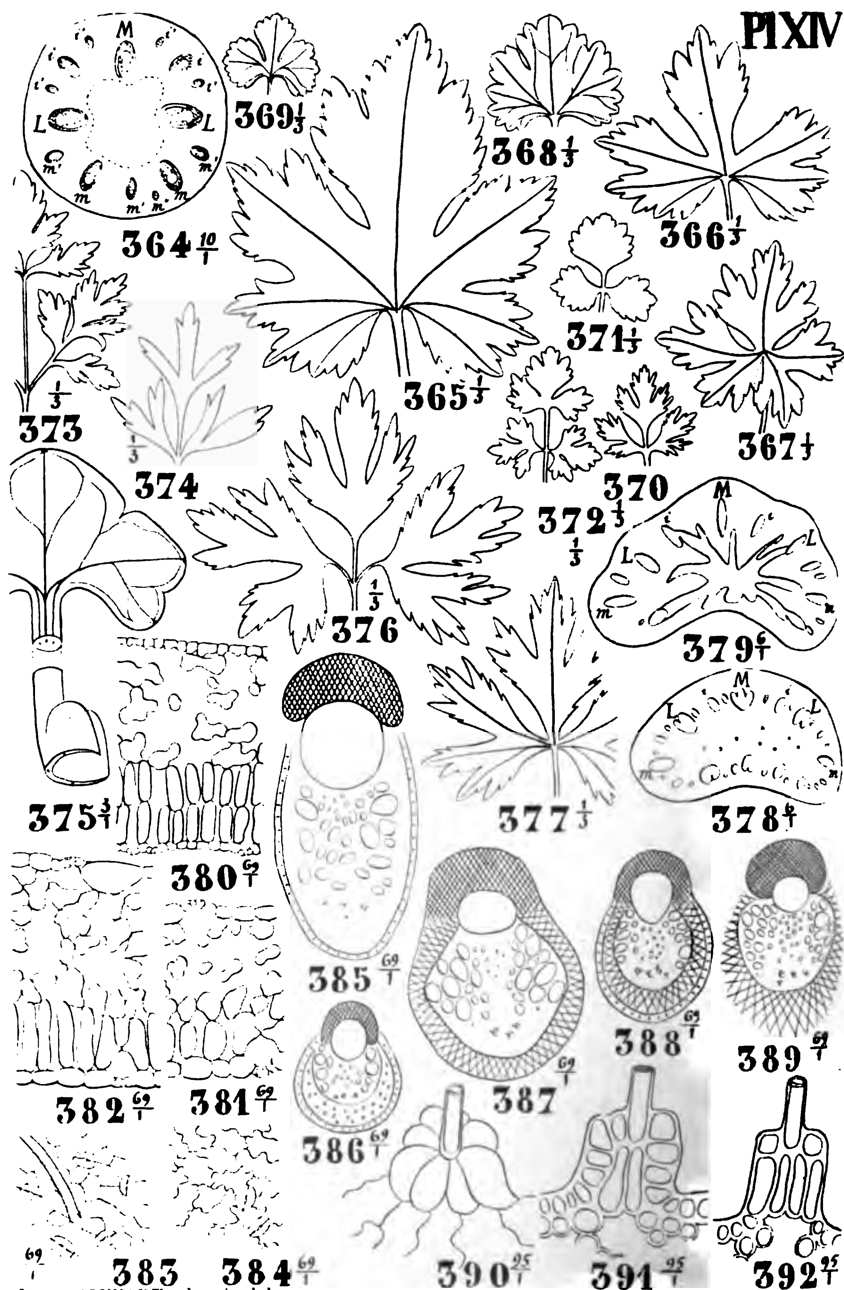
Renoncules triacrones et polacrones.

Fig. 348. — *R. repens* L. Gaine auriculo-ailée, p. 110.
Fig. 349. — *R. repens* L. Gaine auriculo-ailée, p. 110.
Fig. 350. — *R. arvensis* L. Gaine simplement ailée, p. 110.
Fig. 351. — *R. repens* L. Milieu du pétiole, p. 110.
Fig. 352. — *R. sceleratus* L. id.
Fig. 353. — *R. sardous* Crantz. id.
Fig. 354. — *R. muricatus* L. id.
Fig. 355. — *R. bulbosus* L. id
Fig. 356. — *R. arvensis* L. id.
Fig. 357. — *R. parviflorus* L. id.
Fig. 358. — *R. auricomus* L. id.
Fig. 359. — *R. nemorosus* DC. id.
Fig. 360. — *R. aconitifolius* L. id.
Fig. 361. — *R. hederaceus* L. id.
Fig. 362. — *R. lanuginosus* L. id.
Fig. 363. — *R. platanifolius* L. id.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

RANUNCULUS ACRIS L. Fig. 340-347.
RANUNCULUS, espèces à feuilles triacrones ou polacrones Fig. 348-363.



Dr Jules GOFFART ad nat. del.

RANUNCULUS, espèces à feuilles triacrones ou polacrones (suite) Fig. 364-392.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Renoncules triacrones et polacrones (suite).

Fig. 364. — *R. tuberosus* Lapeyr. Milieu du pétiole, p. 110.

Fig. 365. — *R. lanuginosus* L. Milieu du pétiole, p. 110.

Fig. 366 et 367. — *R. nemorosus* DC. Limbe adulte, p. 110.

Fig. 368. — *R. muricatus* L. Limbe adulte, p. 110.

Fig. 369. — *R. auricomus* L. id.

Fig. 370. — *R. bulbosus* L. id.

Fig. 371 et 372. — *R. sardous* Crantz. Limbe adulte. p. 110.

Fig. 373. — *R. repens* L. Limbe adulte, p. 110.

Fig. 374. — *R. arvensis* L. Limbe adulte, p. 110.

Fig. 375. — *R. hederaceus* L. Feuille entière, p. 110.

Fig. 376 et 377. — *R. tuberosus* Lap. Limbe adulte, p. 110.

Fig. 378 et 379. — *R. platanifolius* L. Coupes dans le haut du pétiole et à la base du limbe, p. 112.

Fig. 380. — *R. hederaceus* L. Section dans le limbe, p. 112.

Fig. 381. — *R. arvensis* L. Section dans le limbe (spécimen des moissons, 14 mai), p. 113.

Fig. 382. — *R. arvensis* L. Section dans le limbe (spécimen d'un jardin, 21 juin), p. 113.

Fig. 383. — *R. sceleratus* L. Épiderme interne, p. 113.

Fig. 384. — *R. sceleratus* L. Épiderme externe, p. 113.

Fig. 385. — *R. repens* L. Figure demi-schématique du faisceau M, p. 112.

Fig. 386. — *R. bulbosus* L. id.

Fig. 387. — *R. auricomus* L. id.

Fig. 388. — *R. sardous* Crantz. id.

Fig. 389. — *R. arvensis* L. id.

Fig. 390. — *R. sardous* Crantz. Poil de la face externe du limbe, vu un peu obliquement, p. 114.

Fig. 391 et 392. — *R. sardous* Crantz. Deux poils dans le haut du pétiole avec piédestal, p. 114.

TABLE DES MATIÈRES.

SECONDE PARTIE.

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

Vol. IV

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1907

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES FEUILLES DE

L'ORNITHOGALUM CAUDATUM AIT.

PAR

Hyac. LONAY

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

ASSISTANT DE BOTANIQUE A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége*, 3e série, t. IV, 1902.)

INTRODUCTION

Parmi les plantes ornementales populaires, il en est une qui, à l'égal de beaucoup d'autres, mérite de fixer l'attention : c'est l'*Ornithogalum caudatum* Ait., Liliacée du Cap de Bonne-Espérance, introduite dans nos cultures il y a un peu plus d'un siècle. Du milieu d'un énorme bulbe tuniqué, compact, verdâtre, gros parfois comme une tête d'enfant et reposant entièrement à la surface du sol, on voit surgir un panache de feuilles rejetées alternativement à droite et à gauche. Les plus externes, larges, rubanées et pendantes, se flétrissent par le bout; elles atteignent de 50 centimètres à 1 mètre de longueur et 5 ou 6 centimètres de largeur; au contraire, celles situées au centre, plus jeunes, plus courtes et plus rigides, dressent vers le ciel un long bout cylindrique.

Exigeant fort peu de soins, cette plante possède en outre le privilège d'être facilement propagée, non seulement par de nombreuses graines qu'engendrent des fleurs très modestes et disposées en épi à l'extrémité d'une longue hampe flexueuse de la grosseur d'un crayon, mais surtout par de nombreuses bulbilles insérées d'une façon insolite sur les tuniques charnues du bulbe, dissimulées aussi longtemps que les tuniques scarieuses de l'extérieur ne se sont pas rompues, et qui se succèdent durant tout le cours de l'existence de la plante.

Celle-ci, à la faveur de ces diverses circonstances, a pris un rang prépondérant parmi les plantes ornementales de fenêtre : détail caractéristique, à Bruxelles, on l'appelle vulgairement la *plante des cordonniers*.

L'étrangeté de cette plante, déjà si bizarre à première vue, ne fait qu'augmenter lorsqu'on l'observe de plus près dans toutes ses parties. D'abord, son bulbe est formé par les bases engainantes et charnues des feuilles. Celles-ci sont plus ou moins complètes; seules les plus internes sont intactes, puisque leur base est surmontée d'un limbe qui s'atténue au sommet en un bout cylindrique vivant. Aux feuilles plus âgées, ce bout a disparu en se flétrissant et le limbe seul surmonte la gaine; celle-ci, seule, persiste dans les feuilles plus âgées encore; enfin les plus vieilles, c'est-à-dire les plus extérieures, ne consistent plus qu'en des écailles scarieuses, transparentes, résultant de la résorption des tissus précédemment gorgés d'aliments.

Le limbe des feuilles adultes est lisse et glabre; il ne s'atténue pas en devenant simplement plus étroit, mais en repliant plutôt ses bords, qui deviennent concrescents avec la partie du milieu du limbe, de manière à former un bout cylindrique surmontant une sorte de petite chape. Malgré sa fugacité, ce bout cylindrique

que je désignerai dorénavant, faute d'une appellation plus convenable, sous le nom d'*acumen*, est très caractéristique ; il atteint souvent plus de 2 décimètres de longueur.

Chez plusieurs Liliacées bulbeuses telles que la Jacinthe, l'Ail, l'Échalotte, etc., les caïeux ne sont autre chose que des bourgeons axillaires, c'est-à-dire nés à l'aisselle des écailles ou des tuniques du bulbe mère ; ces bourgeons affectent bientôt les caractères de petits bulbes qui sont destinés à propager la plante ; ils sont donc une production normale, puisque toutes les Angiospermes portent à l'aisselle de chacune de leurs feuilles un bourgeon plus ou moins développé qui très souvent, il est vrai, se résorbe chez les Monocotylées. Dans l'*Ornithogalum caudatum*, il est rare que les bourgeons axillaires du bulbe se développent normalement. Il semble que jamais ils ne deviennent des caïeux. Cependant, sur la plante adulte, on aperçoit toujours en dessous des tuniques externes, transparentes et scarieuses, de nombreux petits organes bulbiformes verts, dont les plus gros peuvent atteindre les dimensions d'une noisette. Lorsque les tuniques scarieuses qui les emprisonnent se déchirent, ces organes tombent sur le sol, s'y enracinent et finissent par constituer, au bout de deux ans, autant de plantes adultes. Malgré l'analogie de forme et de fonction qu'ils offrent avec les caïeux, ces organes semblent cependant posséder une origine toute différente. Ils se développent, en effet, à plusieurs ensemble *à la face externe* des gaines charnues, et leur formation se fait en ordre basipète. Ils diffèrent donc, à ces divers points de vue, assez notablement des caïeux ordinaires, et, pour cette raison, je les ai désignés sous le nom de bulbilles.

Cette organisation singulière avait déjà attiré mon attention il y a quelques années, et j'ai cherché à trouver dans les auteurs

des éclaircissements à ce sujet. Mes recherches n'ayant pas abouti de ce côté, je me suis efforcé de trouver par l'anatomie l'explication de ces quelques particularités, et cette étude m'a entraîné à étudier avec soin les caractères extérieurs, et ceux fournis par la structure interne, de tous les appendices de l'*Ornithogalum caudatum.*

J'ai donc examiné non seulement la feuille la plus complète et les bractées de la plante adulte, mais encore les organes appendiculaires existant dans les bourgeons axillaires végétatifs que j'ai eu la bonne fortune de récolter, ceux des plantules en germination, ceux des bulbilles qui naissent naturellement sur les gaines foliaires et, enfin, ceux des bulbilles adventives nées sur des morceaux de gaine foliaire. Il semble, en effet, nécessaire aujourd'hui, quand on veut se faire une idée exacte d'un membre tel que la feuille, d'en scruter l'organisation sous ses diverses manières d'être. Les différentes manifestations sous lesquelles il se présente sont très variables sur une même plante, mais diffèrent certes encore beaucoup plus d'une espèce à une autre. Dans la pratique, dans le langage courant, en effet, on est trop souvent tenté d'admettre une forme déterminée pour chaque espèce que l'on considère. Ces mots, « la feuille du Chêne » éveilleront de suite l'idée d'une feuille longue de 7 à 8 centimètres environ, à bords sinueux et à nervation pennée. Cependant, le Chêne porte encore des feuilles ayant des aspects bien différents : cotylédons, feuilles souterraines, feuilles pérulaires, bractées, etc., sans parler des organes floraux. La différenciation peut même être poussée plus loin. Quoi qu'il en soit, il n'est pas de plante où elle ne se présente. Il y a donc, dans une même plante, feuilles et feuilles : leur forme et leur organisation dépendent des fonctions qui leur incombent. Les Alle-

mands, grâce à la grande souplesse de leur langue, leur ont donné des noms appropriés à ces fonctions, tandis que nous sommes forcés de recourir à des périphrases parfois bien longues pour désigner chacune d'elles.

Les diverses manières d'être de l'appendice foliaire peuvent être mises en évidence non seulement par l'examen des caractères extérieurs, mais aussi par leurs caractères anatomiques. C'est le but que je poursuis ici en ce qui concerne l'*Ornithogalum caudatum* Ait. Ce travail est partagé en quatre chapitres : le premier, divisé en deux paragraphes, comprend l'étude des feuilles végétatives et des bractées d'une plante adulte; le deuxième expose, dans ses deux paragraphes, l'organisation du cotylédon et des premières feuilles d'une plantule provenant de semis. Le troisième a pour objet la pousse axillaire. Les bulbilles normales d'une part et les bulbilles adventives, d'autre part, sont traitées dans deux autres paragraphes réunis en un quatrième chapitre. Enfin le résumé et les conclusions font naturellement suite à l'exposé de mes recherches.

Il est souhaitable que le groupement d'études analogues permette plus tard l'établissement de vues synthétiques de nature à rendre appréciable le rôle de l'anatomie qui, s'il ne doit pas supplanter celui de la morphologie externe, semble devoir tout au moins le suppléer dans bien des cas critiques au point de vue d'une conception plus juste et plus nette de la série végétale.

Mais avant d'aborder les développements, je crois nécessaire de justifier la détermination spécifique de la plante dont je m'occupe. Il importe, en effet, que l'anatomiste soit absolument fixé sur l'identité du sujet de ses recherches, s'il veut épargner bien des mécomptes non seulement à lui-même, mais encore à ses

confrères. Or, on sait combien la détermination de plantes exotiques, notamment, offre de difficultés. J'en donnerai, comme exemple, notre espèce, l'*Ornithogalum caudatum*, cultivée jusqu'à présent dans les serres du Jardin botanique de Liége sous le nom d'*Ornithogalum bracteatum* Thunb.

La description que Thunberg donne de cette dernière espèce (**52**, p. 314), quoique assez vague, s'applique bien à notre plante. Toutefois il n'est pas fait mention des bulbilles dont l'insertion si caractéristique aurait dû frapper le descripteur. D'autre part, l'Index de MM. Th. Durand et Schinz (**7**, p. 402) ne renseigne ce nom que comme un synonyme d'*Ornithogalum longebracteatum* Jacq. Je recourus à la description originale de Jacquin (**19**, pl. XXIX); mais celle-ci, et la planche qui l'accompagne, sont tout aussi vagues que les données de Thunberg : les bulbilles et l'acumen ne sont ni décrits ni figurés. Je consultai encore le travail de Baker sur les Scillées et les Chlorogalées (**3**, p. 277), dans lequel plusieurs espèces sont renseignées comme possédant un *acumen* : *O. longebracteatum* Jacq., *O. scilloides* Jacq., *O. Eckloni* Schlecht., *O. caudatum* Ait., *O. virens* Lindl. et *O. biflorum* D. Don.; mais par l'ensemble des caractères, j'en éliminai trois et restai en présence des trois suivantes : *O. longebracteatum*, *O. scilloides* et *O. caudatum*. J'hésitai surtout entre la première et la dernière; mais Baker ne fait pas, pour ces deux espèces, mention des bulbilles qu'il signale pourtant dans d'autres, telles que *O. umbellatum* L., *O. paterfamilias* Godr. et *O. divergens* Boreau.

M. Th. Durand, directeur, et M. De Wildeman, conservateur au Jardin botanique de Bruxelles, voulurent bien m'aider dans la détermination de la plante en litige. Ils me mirent à même de consulter l'herbier général ainsi que plusieurs ouvrages spé-

ciaux, tels notamment que le ***Botanical Magazine*** (**4**) et le *Flora capensis* de THISELTON DYER (**51**, p. 515). J'ai pu ainsi dissiper tous mes doutes : la plante qui m'occupe est bien l'*Ornithogalum caudatum* Ait.

Enfin, conduit par M. Lubbers, le si compétent chef de culture au même établissement, j'ai pu me convaincre sur le vif que la plante de Liége est bien la même que celle cultivée sous ce dernier nom à Bruxelles.

J'adresse à ces messieurs mes plus vifs remerciements pour l'empressement qu'ils ont mis à m'éclairer de leurs lumières.

Voici, au surplus, la diagnose la plus récemment donnée dans le *Flora capensis* (**51**, p. 515) pour notre espèce :

« Bulb large, ovoid; leaves 5-6 lorate-lanceolate, acuminate, glabrous, 1 $^1/_2$-2 ft. long, 1-1 $^1/_2$ in. broad low down; peduncle stout, erect, 1 $^1/_2$-3 ft. long; raceme dense $^1/_2$-1 ft. long; pedicels ascending, lower $^1/_2$ in. long; bracts lanceolate-setaceous, $^1/_2$-$^3/_4$ in. long, projecting beyond the buds; perianth white, $^1/_3$ in. long; segments distinctly keeled with green; stamens $^3/_4$ the length of the perianth; filaments alternantly lanceolate and quadrate at the base; $^1/_{12}$-$^1/_8$ in. long. »

C'est ce caractère des étamines qui sert à distinguer cette espèce de l'*O. longebracteatum*, où elles sont toutes linéaires ou lancéolées. J'ai eu l'occasion d'observer, au Jardin botanique de Liége, la floraison de l'*Ornithogalum* qui a fait l'objet de mes études anatomiques. J'ai pu également y récolter des graines qui ont été semées et qui m'ont procuré les plantules dont j'avais besoin. Ces recherches se sont réparties sur plusieurs années et ont été exécutées avec le secours de tous les procédés tech-

niques : inclusions, microtomes, colorations, etc., mis à la disposition des micrographes modernes.

Les excellents conseils de mon cher Maître, M. le professeur Gravis, ont singulièrement facilité ma tâche. Je suis heureux de lui en témoigner publiquement ma vive reconnaissance.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LES FEUILLES DE

L'ORNITHOGALUM CAUDATUM AIT.

CHAPITRE PREMIER

LA PLANTE ADULTE.

La plante adulte est celle qui, ayant eu un développement normalement vigoureux, porte des organes de floraison ou de propagation. Une telle plante peut provenir de semis, de bulbilles adventives ou de bulbilles normales. C'est ce dernier cas qui est réalisé le plus souvent. Il n'est pas probable que cette différence d'origine se répercute dans l'organisation des feuilles végétatives et des bractées

§ 1. — FEUILLE VÉGÉTATIVE LA PLUS COMPLÈTE.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Une feuille complète comprend essentiellement trois régions bien distinctes, qui sont, en les considérant de la base au sommet (fig. 1, pl. I) :

1° Une gaine close;
2° Un limbe rubané;
3° Une partie terminale plus ou moins cylindrique ou *acumen*.

Attachée sur le plateau par une insertion nettement circulaire, très étendue, la gaine est fortement charnue — caractère qui se manifeste de bonne heure, — épaisse, ovoïde, haute de 6 à 7 centimètres; elle présente une coloration blanc verdâtre. Parallèlement à la ligne verticale qui correspondrait à la concrescence des bords fictifs de la gaine et à une petite distance de cette ligne, la gaine porte des bulbilles plus ou moins nombreuses. C'est cette région de la feuille qui persiste le plus longtemps; elle atteint même son plus grand développement pendant que les autres se flétrissent peu à peu. Après que les bulbilles ont achevé de se former et se sont détachées, la gaine se flétrit à son tour, se dessèche et devient une écaille brune et fragile qui cédera sous la pression de la gaine et des bulbilles de la feuille suivante.

Le limbe grandit pendant longtemps et peut atteindre plus de 1 mètre de longueur et 3 à 4 centimètres de largeur. Son épaisseur est loin d'être aussi considérable que celle de la gaine.

L'*acumen* qui surmonte le limbe est le plus souvent semi-cylindrique dans une feuille de plante adulte; dans les conditions les plus favorables, il mesure au maximum 25 centimètres de longueur.

Il est à remarquer que la feuille présente rarement et pendant un temps relativement court ces trois parties simultanément. Toutes trois existent réellement dans la feuille à l'état embryonnaire, ainsi que nous le verrons en nous occupant des bulbilles. Mais c'est l'*acumen* qui est organisé en premier lieu. Il apparaît d'abord (fig. 61, pl. V, 7e feuille d'une bulbille) et s'allonge jusqu'à atteindre sa taille définitive avant l'allongement des autres parties. Le limbe se développe ensuite et l'*acumen* se flétrit. La gaine est d'abord cylindrique; elle se renfle peu à peu et devient charnue; elle emmagasine les réserves alimentaires élaborées dans le limbe. Quand ce dernier commence à se flétrir à son tour, des bulbilles se développent, en ordre basipète, à la face externe des gaines charnues (fig. 63, pl. V).

Le développement de la feuille, dans son ensemble, se fait donc de haut en bas.

Au point de vue phyllotaxique, les feuilles sont disposées suivant un ordre essentiellement distique. Mais presque toujours cette disticité est imparfaite. Nous verrons, en parlant des bulbilles, à quoi est due cette irrégularité.

II. — *ANATOMIE.*

A. — Parcours des faisceaux.

Chaque nervure de la feuille est formée par un seul faisceau unipolaire. Cet énoncé se confirme dans la gaine aussi bien que dans le limbe et dans l'*acumen*. Mais dans la gaine déjà très développée d'une feuille encore complète, il est difficile de suivre rigoureusement le trajet des faisceaux ou, du moins, de mettre en rapport cette partie du trajet avec celle qui se poursuit dans le limbe. En effet, cette gaine présente déjà de grandes dimensions et contient des faisceaux d'un ordre très élevé, lesquels sont reliés par des anastomoses très nombreuses à trajets très irréguliers. Ajouté à cela que la région où la gaine porte les bulbilles est, en outre, parcourue par les faisceaux destinés à se rendre dans ces dernières, et l'on comprendra que tous ces faits sont de nature à compliquer singulièrement le système conducteur de cette partie de la feuille. Aussi, c'est ce qui m'engage à traiter spécialement du parcours des faisceaux dans la gaine d'une feuille complète.

La gaine. — Le nombre des faisceaux que l'on rencontre dans une gaine de feuille complète est déjà assez élevé. Dans l'une de celles que j'ai observées (fig. 2, pl. I), il était de cent trente et un dans la partie la plus large, vers le milieu. Tous ces faisceaux sont loin d'être identiques. Quarante y sont différenciés en bois et en liber, et présentent une orientation normale, c'est-à-dire que dans chacun d'eux le bois regarde la face interne et le liber la face externe de la gaine. Quant aux autres faisceaux, ils sont à l'état de massifs de procambium.

La grosseur et la position des faisceaux fournissent des caractères qui permettent de les distinguer. Cette position semble

des plus irrégulières : Au lieu de se trouver sur un seul rang circulaire, comme on pourrait s'y attendre par la comparaison avec d'autres organes cylindriques ou engainants, ces faisceaux de la gaine sont disposés sur plusieurs rangs : les faisceaux principaux occupent le rang le plus interne, les autres sont d'autant plus relégués vers la face externe qu'ils sont d'ordre plus élevé. Ainsi dans la figure 2, on peut voir que les faisceaux médian, M, et latéraux, LL, sont plus rapprochés du centre que les intermédiaires, *ii*, et que les marginaux, *m m*, ceux-ci que les *i'* et les *m'* et ainsi de suite. Cette disposition, qui trouve probablement sa raison d'être dans l'épaisseur considérable qu'acquiert la gaine, se reconnait déjà nettement dans une gaine n'ayant pas 3 millimètres de diamètre, appartenant à une feuille jeune dont le limbe est encore réduit à sa plus simple expression; elle s'accentue à mesure que la gaine grandit et s'épaissit, attendu que le nombre des faisceaux d'ordre de plus en plus élevé y va se multipliant; elle persiste même, jusque dans une certaine limite, dans le limbe de la feuille, comme nous le verrons bientôt.

Cette constatation a une valeur qui n'est pas à dédaigner; car plus peut-être que la grosseur, elle est un critérium important pour reconnaître à quelle catégorie appartient un faisceau, et il va de soi que cette position plus ou moins excentrique des faisceaux est liée à une question d'histogenèse. Mais, je me hâte de le dire, cette méthode, dans le cas de l'*Ornithogalum caudatum,* n'est applicable avec certitude que pour la gaine d'une feuille complète ayant à peu près 1 centimètre de diamètre, surtout en ce qui concerne les faisceaux différenciés.

Dans les gaines plus âgées, le nombre des faisceaux est très considérable; on peut l'évaluer en moyenne à quatre cents pour une gaine arrivée au summum de son évolution, c'est-à-dire quand tout le reste de la feuille est flétri, *acumen* et limbe (fig. 3, pl. I : ensemble de la région dorsale, la moins riche en faisceaux représentant $^1/_{10}$ de la circonférence d'une gaine de 20 centimètres de circonférence). Évidemment, on peut défalquer de ce chiffre cent à cent cinquante faisceaux qui peuvent n'être considérés que comme des anastomoses à course longitu-

dinale assez longue. Mais comme ces faisceaux sont reliés eux-mêmes à leurs voisins par des anastomoses plus ou moins obliques, plus courtes, je crois plutôt que ce sont des faisceaux d'ordre très élevé; car je n'ai jamais constaté, dans les autres parties de la feuille, des anastomoses longitudinales reliées à d'autres faisceaux par des anastomoses secondaires. D'ailleurs, la question n'a peut-être pas beaucoup d'importance ici, vu que des trois cents ou deux cent cinquante faisceaux restants, soixante tout au plus se rendent dans le limbe, tous les autres sont propres à la gaine. En effet, à la base d'un limbe en grande partie déjà flétri vers l'extrémité, on trouve cinquante-neuf faisceaux, vingt-neuf de part et d'autre du médian répartis comme il suit :

$m^{VI}m^{V}m^{VI}m^{IV}m^{V}m'''m^{IV}m''m'''m'm'''m''m'''m\ m''m'''m''m'm''m'm'''L\ i''i'i''i\ i''i'i''$

$M\ i''i'i'''i'i'''i''i'''i\ i''i'i'''i'i''L\ m'''m''m'''m'm'''m''m'''m\ m''m'm'''m''m^{IV}m'''m^{IV}$ [1].

Les faisceaux propres à la gaine sont, pour la plupart, des m^n et des i^n, n étant plus grand que les exposants des faisceaux parcourant à la fois la gaine et la limbe. On sait, d'ailleurs, que plus élevé est l'ordre d'un faisceau, plus court est son trajet.

Il existe encore dans la gaine âgée un certain nombre de faisceaux qui bien qu'étant mêlés aux faisceaux m^n et semblant être mis en rapport avec eux par des anastomoses, doivent en être absolument distingués. Leur origine, leur orientation et leur destination sont tout à fait différentes. Ce sont des faisceaux qui, virtuellement, n'appartiennent pas à la feuille. En effet, sur une gaine âgée que j'ai choisie à cause de sa simplicité se remarquent, à la face externe presque opposée à la région occupée par le faisceau médian, c'est-à-dire à la face externe de la région située obliquement en dessous du point où la gaine se fend pour former le limbe, deux grosses nervures qui s'élèvent parallèlement depuis l'insertion sur le plateau jusqu'à environ

(1) J'adopte, dans ce travail, une notation conforme à celle proposée par M. le professeur GRAVIS pour le *Tradescantia* (15) et admise ensuite par MM. GRAVIS et DONCEEL (16), LENFANT (23), MANSION (26), STERCKX (49 et 50), LONAY (25) et GOFFART (14).

2^cm^,5. A ce niveau, la gaine porte deux bulbilles situées côte à côte (fig. 4, pl. I). L'étude du parcours des faisceaux dans cette région montre que ces nervures comprennent chacune un système de trois faisceaux longeant de très près l'épiderme externe de la gaine et orientés normalement par rapport au centre de l'espace plus ou moins triangulaire qu'ils circonscrivent; vers le milieu de l'épaisseur de la gaine, il y a, en outre, six à huit faisceaux diversement orientés (fig. 5, pl. I, coupe transversale au-dessous de l'insertion des bulbilles). Arrivés au niveau de l'insertion des deux bulbilles, les faisceaux périphériques sortent de la gaine pour se rendre dans les bulbilles; les six à huit faisceaux profonds continuent vers le haut; mais n'ayant plus de destination par suite de l'avortement de la bulbille dans laquelle ils devaient sortir, ils se terminent bientôt en pointe libre, après s'être divisés (fig. 6, pl. I, coupe transversale de la gaine au-dessus de l'insertion des bulbilles). Tel est un cas des plus simples; il se réalise très rarement; mais il suffit pour nous expliquer la présence dans la gaine de faisceaux qui virtuellement lui sont étrangers et qui, étant destinés aux bulbilles, peuvent recevoir le nom de *faisceaux bulbillaires.* Nous y reviendrons d'ailleurs quand il sera question des bulbilles.

En résumé, la gaine âgée des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* renferme de nombreux faisceaux que l'on peut grouper en trois catégories : 1° des faisceaux foliaires principaux qui traversent la gaine et le limbe sans subir de déviation, d'anastomose ou de ramification ; 2° des faisceaux d'ordre très élevé dont le parcours ne s'étend pas en dehors des limites de la gaine; 3° des faisceaux bulbillaires.

De tous ces faisceaux, un nombre restreint seulement pénètre dans le plateau. S'il s'agit d'une gaine âgée, on peut l'estimer à cent environ, dans lesquels on comprend les faisceaux bulbillaires — en nombre variant de douze à trente — et les faisceaux foliaires principaux.

Pour une gaine de feuille complète, ce nombre est de quarante-quatre en moyenne. Par rapport au nombre des faisceaux que l'on trouve dans le milieu de cette même gaine, —

cent trente et un, — cette quantité est beaucoup plus grande que dans le cas d'une gaine âgée — cent contre quatre cents. — Cela résulte de ce que la plupart des autres faisceaux s'organisent à l'état de procambium dans la courte région d'accroissement qui se trouve tout à la base de la gaine et qui se confond pour ainsi dire avec le méristème du plateau. Ici, on ne trouve pas encore de trace de bulbille; par conséquent, il n'y a pas lieu de tenir compte des faisceaux bulbillaires. A plus forte raison, ces derniers font défaut également vers le milieu de la hauteur de cette même gaine. Ceci prouve, en outre, que le milieu de la gaine d'une feuille complète, mais relativement jeune, n'est pas le niveau correspondant au milieu de la gaine d'une feuille âgée; ce dernier niveau se trouve encore confondu dans le méristème basilaire de la gaine.

Le limbe. — Nous avons vu que dans le milieu de la gaine d'une feuille complète, il y a quarante faisceaux différenciés; ces quarante plus deux autres qui sont différenciés plus haut pénètrent directement dans le limbe. Donc à la base de celui-ci, qui a un peu plus de 3 centimètres de largeur, le nombre des faisceaux est de quarante-deux répartis comme suit (fig. 7, pl. I) :

$$m^{IV}m'''m^{IV}m''m'''m'm''m'''m\ m''m'''m'm'''m''m'''L\ i'i\ i'$$
$$M\ i'i\ i'L\ m'''m''m'''m'm'''m''m'''m\ m'''m''m'''m'm'''m^{IV}m''m^{IV}m'''m^{IV}.$$

Cette répartition indique une certaine inéquilatéralité, puisque d'un côté de M il y a dix-neuf faisceaux et de l'autre vingt-deux. Cette inéquilatéralité se révèle encore d'une autre façon dans les feuilles ou régions de feuilles où, de part et d'autre de M, le nombre des faisceaux est le même; il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner la formule foliaire de la page 15 : à droite de M, les *i* sont plus nombreux qu'à gauche et, réciproquement, à gauche les *m* sont plus nombreux qu'à droite (1). Cette inéquilatéralité que présentent toutes les feuilles est évidemment déterminée par des raisons mécaniques et notamment par la

(1) Les termes « droite » et « gauche » sont déterminés par rapport à l'observateur supposé au centre de la tige mère.

compression que subissent les feuilles au moment de leur formation, compression plus accentuée suivant une des moitiés à cause de la disposition imparfaitement distique des feuilles. Elle est encore une conséquence de ce que, dans toute gaine, un faisceau marginal *m* occupe une position diamétralement opposée à celle du faisceau médian M, et qu'il passe ensuite dans le limbe en suivant l'un des bords. Ce fait, très général dans notre espèce, a été mis en lumière par M. le professeur Gravis, pour le *Tradescantia virginica*, où il semble ne se trouver qu'exceptionnellement (**15**, p. 152).

Plus encore que dans la gaine, la direction parallèle des nervures est apparente dans le limbe. Les faisceaux sont sur un seul rang, bien que ceux d'ordres secondaires soient sensiblement en retrait sur les autres (fig. 7, pl. I). De temps en temps, ils sont reliés entre eux par des anastomoses horizontales ou obliques. A mesure que le limbe se rétrécit vers le sommet, les petits faisceaux se jettent successivement dans ceux d'ordre moins élevé qui en sont le plus rapprochés, et se confondent avec eux.

L'acumen. — C'est ainsi que du limbe dans l'*acumen*, il ne passe que quinze ou seize faisceaux, sans aucune interruption anatomique. Ce sont (fig. 25, pl. III) :

$$m''m'm''m\ m'L\ i\ M\ i'i\ i'L\ m'm\ m'(m'').$$

Ils tendent à s'y disposer en cercle ou plutôt en ellipse. A un certain niveau, au huitième environ de la longueur totale de l'*acumen* à partir du sommet, ils se réduisent à 7, ***m*L*i*M*i*L*m***; puis les intermédiaires ***i*** d'abord et les marginaux ***m*** après eux, ou bien inversement, suivant les individus, d'abord les ***m***, ensuite les ***i***, se jettent dans les latéraux et le médian. Enfin, les deux faisceaux latéraux LL, restés seuls pendant quelque temps avec le médian M, se rendent l'un après l'autre dans ce dernier qui se termine librement à une petite distance en dessous du sommet.

Il est à remarquer : 1° que, d'une façon très générale, dans une moitié de feuille, les faisceaux terminent leur course avant les faisceaux correspondants de l'autre moitié; 2° que presque tou-

jours aussi les faisceaux, à part ceux qui longent les bords du limbe, se bifurquent en se terminant et que l'une des branches se rend dans le faisceau le plus proche à droite, tandis que l'autre se jette dans le faisceau qui se trouve à la gauche du faisceau qui disparaît.

Le schéma de la figure 8 (pl. II) donne une vue synoptique du parcours des faisceaux dans une feuille complète. Évidemment, il a fallu raccourcir leur trajet, notamment dans la partie correspondant au limbe comprise entre les niveaux ζ et δ; de plus, pour éviter d'embrouiller le dessin, il a été fait abstraction des nombreuses anastomoses.

B. — Histogenèse.

Bien qu'il soit impossible de rencontrer ici, au début de la formation de la feuille, la simplicité de structure observée dans d'autres plantes, et notamment dans le *Tradescantia* par M. Gravis (**15**, p. 153, pl. XX), il est cependant très probable que le développement des tissus suit une marche analogue dans l'*Ornithogalum caudatum*.

Au premier stade (fig. 9, pl. I : coupe transversale d'une ébauche de feuille), le mésophylle comprend déjà au moins cinq assises cellulaires entre les deux épidermes. Les deux assises extrêmes de ce mésophylle sont composées de cellules sensiblement plus petites que celles des trois assises moyennes, lesquelles constituent certainement le mésophylle moyen, tandis que les assises extrêmes représentent le mésophylle externe et le mésophylle interne.

A un autre stade (fig. 10, pl. I : coupe transversale d'une feuille jeune dont le limbe a un peu moins de 1 centimètre de longueur), le mésophylle externe, par des cloisonnements centrifuges, s'est dédoublé en trois assises, le mésophylle interne s'est recloisonné une fois tangentiellement, tandis que le mésophylle moyen reste formé de trois assises cellulaires.

Tout le développement ultérieur du mésophylle se porte principalement sur le mésophylle moyen; car les mésophylles

externe et interne ne comptent jamais plus de trois ou quatre assises, alors que le mésophylle moyen peut avoir, dans la partie du limbe la plus développée d'une feuille complète, jusqu'à six assises de cellules dont le diamètre s'est considérablement agrandi.

Ces faits s'appliquent au limbe; on pourrait également les rapporter à la gaine, mais en augmentant le coefficient de divisibilité des assises dont le rapport varie surtout en faveur du mésophylle moyen qui est le facteur principal de la tubérisation. En effet, les recherches de M. Gravis (**15**, p. 154, pl. XX) et quelques observations personnelles (**25**, p. 1, fig. 8; pl. IV, fig. 33) semblent avoir établi que les faisceaux libéroligneux n'apparaissent jamais en dehors de cette partie du mésophylle. Or, dans l'épaisseur de la gaine, certains faisceaux ne sont souvent séparés de l'un ou l'autre des épidermes que par cinq assises de cellules (fig. 11, pl. I : coupe transversale d'une gaine âgée; un petit faisceau voisin de l'épiderme externe).

C. — Histologie.

Nous considérerons successivement les caractères des tissus dans le limbe, la gaine et l'*acumen*. J'adopte cet ordre, parce que c'est dans le limbe que les tissus se différencient le plus et que nous éviterons ainsi des répétitions.

1. **Limbe** (fig. 7, pl. I : ensemble de la coupe transversale à la base d'un limbe de feuille complète). — Quarante-deux faisceaux presque équidistants occupent la section; un gros alterne régulièrement avec un plus petit; comme je l'ai dit plus haut, on remarque que plus les faisceaux sont gros, plus ils sont rapprochés de l'épiderme interne. Ils sont plongés dans un parenchyme incolore interposé entre les parenchymes chlorophylliens; ceux-ci tapissent chacun des deux épidermes.

Faisceaux. — Ils sont entourés d'une gaine complète de cellules polygonales sans méats, peu allongées longitudinalement, toutes à parois minces et renfermant, outre le protoplasme et un

noyau, de l'amidon en nombreux grains assez gros. Les faisceaux ne sont jamais accompagnés d'aucun élément sclérifié ou collenchymateux; les plus gros comprennent cinq ou six trachées dont la première est annelée, étroite et ordinairement écrasée; les autres, de plus en plus larges, passent à la formation spiralée (fig. 12, pl. II); les plus petits faisceaux ne possèdent qu'une trachée (fig. 13, pl. I).

Parenchyme incolore. — Il provient entièrement du mésophylle moyen. Bien qu'il ne soit pas nettement limité du parenchyme chlorophyllien, on peut y admettre six à huit assises de cellules dans la partie la plus épaisse de la feuille (fig. 12). En effet, les deux assises extrêmes, touchant aux parenchymes chlorophylliens, renferment toujours quelques corps chlorophylliens dans leurs cellules; les autres sont formées de grandes cellules à parois minces, laissant entre elles des méats ne contenant qu'un peu de protoplasme et beaucoup de suc cellulaire. De ces cellules, les plus grandes peuvent atteindre 217 μ de diamètre; elles vont, en diminuant de volume, du centre à la périphérie. Çà et là se trouvent des cellules très allongées dans le sens longitudinal, renfermant des bottes de raphides, et présentant la même constitution que les cellules à raphides signalées par M. Gravis dans le *Tradescantia virginica* (**15**, p. 129, pl. XXII, fig. 252, 253 et 254). En somme, cette partie du mésophylle est un parenchyme aquifère.

Parenchyme chlorophyllien. — Il est presque exclusivement formé par le mésophylle externe et par le mésophylle interne.

Le parenchyme chlorophyllien externe diffère quelque peu du parenchyme chlorophyllien interne en ce qu'il présente trois assises de cellules au lieu de deux et que l'assise la plus extérieure est un peu palissadique. A part cela, les deux parenchymes sont formés de cellules sphériques, à parois minces et lisses, laissant entre elles des méats triangulaires; on y rencontre aussi quelques cellules très longues, contenant des raphides et du mucilage (fig. 12).

Épidermes. — Les deux épidermes sont très semblables. Ils

sont tous deux aquifères et garnis de stomates. Les cellules en sont très allongées : elles ont à peu près 1 millimètre de longueur sur 49 μ de largeur en moyenne (fig. 14, pl. II); elles renferment du protoplasme réduit à une couche pariétale, un noyau et du suc cellulaire abondant. Les parois externes sont épaisses et formées de deux couches parfaitement reconnaissables sur la coupe transversale; l'intérieure est cellulosique; l'extérieure constitue la cuticule (fig. 12). Celle-ci présente de fortes stries longitudinales bien visibles de face à un grossissement suffisant (fig. 15, pl. I). Les parois latérales et internes sont minces et cellulosiques.

Les stomates sont superficiels; ils ne sont pas accompagnés de cellules annexes. Ils sont simplement formés de deux cellules stomatiques à section arrondie (fig. 30, pl. IV), semi-lunaires, assez arquées, de façon que, vu de face, l'ensemble représente une figure circulaire; ces cellules sont bourrées de corps chlorophylliens (fig. 15, pl. I : un stomate, vu de face, avec les extrémités des cellules épidermiques qui y aboutissent); les chambres sous-stomatiques sont souvent assez étendues. La répartition des stomates est uniforme aux deux faces de la feuille; seulement leur nombre est un peu plus élevé à la face externe qu'à la face interne; sur 5 millimètres carrés, il est à peu près de soixante-trois d'une part contre cinquante-deux de l'autre, vers le milieu de la feuille.

A aucun moment, ni sur aucune partie, on ne trouve de poils.

2. **Gaine.** — Vers le milieu de sa hauteur, la gaine atteint sa plus grande épaisseur; celle-ci, dans la feuille que nous considérons, est, à ce niveau, de $2^{mm},5$ environ; mais dans la gaine adulte, elle est au moins de 5 millimètres. Le mésophylle y est homogène et est parcouru par cent trente et un faisceaux (fig. 2, pl. I), dont le nombre diminue en descendant et en montant dans la gaine.

Faisceaux. — Des cent trente et un faisceaux que comporte la gaine qui nous intéresse, quarante et un sont différenciés en bois et en liber. Les plus gros parmi ces derniers présentent

une douzaine d'éléments ligneux. Dans beaucoup de ces faisceaux, on remarque l'existence d'un arc cambial nettement caractérisé entre le bois et le liber. Néanmoins ce cambium, très fugace, ne donne jamais naissance à des productions ligneuses secondaires (fig. 16, pl. I : un faisceau *m* vers le milieu de la gaine jeune). Les plus petits des faisceaux différenciés sont semblables aux plus petits faisceaux du limbe (fig. 13), n'étant formés, comme eux, que d'une trachée et de quelques éléments libériens.

Quant aux faisceaux non différenciés, au nombre de quatre-vingt-dix, leur région d'occupation se trouve en arrière de celle des faisceaux différenciés. Ils sont à l'état de massifs de procambium d'autant plus petits, généralement, qu'ils sont plus près de l'épiderme externe ou, ce qui revient au même, de la périphérie. Ces plus petits massifs montrent clairement qu'ils proviennent du recloisonnement tardif d'*une* cellule du parenchyme fondamental (fig. 17, pl. II : petit faisceau en voie de formation dans le mésophylle d'une gaine jeune). C'est d'ailleurs de la même façon que débute l'organisation des faisceaux d'ordre secondaire, dans le cas de feuilles ou d'organes appendiculaires quelconques où l'on peut observer facilement les trois assises primordiales du mésophylle, ainsi qu'il résulte des travaux de MM. Gravis (**15**, p. 153, pl. XX), Gravis et Donceel (**16**, pl. IV, fig. 38) et Lonay (**25**, pl. I, fig. 8; pl. XIX, fig. 291).

Parenchyme. — Le parenchyme est homogène en ce sens qu'il est entièrement incolore, formé de cellules arrondies à parois minces, à diamètre sensiblement le même partout et renfermant toutes de l'amidon, sauf aux assises extrêmes où les dimensions diminuent environ de moitié et où le contenu cellulaire se borne au protoplasme et au noyau. Toutes ces cellules, formant en moyenne vingt assises, sont douées d'une vitalité remarquable, qui se trahit par les nombreux recloisonnements qu'elles subissent surtout dans le sens tangentiel.

A cet égard, on peut distinguer trois catégories de tissus dans ce parenchyme :

L'un, appliqué contre l'épiderme interne, est constitué par une assise de cellules qui se cloisonnent activement en direction

centrifuge [1] et produisent ainsi jusqu'à cinq assises de cellules (fig. 18, pl. II); ce tissu correspond au mésophylle interne;

Le deuxième, contre l'épiderme externe, est assez semblable au précédent, mais les cloisonnements s'y succèdent moins activement; ils ne produisent que deux ou trois assises nouvelles qui s'ajoutent à l'ancienne correspondant au mésophylle externe (fig. 19, pl. II);

Le troisième occupe une position intermédiaire entre les deux précédents; il correspond au mésophylle moyen; les cellules s'y recloisonnent isolément, mais plus activement vers la périphérie et dans le sens tangentiel, et contribuent le plus à la tubérisation de la gaine et à la formation des faisceaux tardifs (fig. 17, pl. II).

Cette constitution du parenchyme s'étend à tous les niveaux de la gaine jeune; quand celle-ci atteint ses dimensions définitives, les caractères distinctifs des trois parties du mésophylle s'effacent; l'activité de toutes les cellules se concentre à la formation d'une réserve nutritive sous forme de grains d'amidon, sauf à l'assise la plus extérieure, où apparaissent des corps chlorophylliens, même avant la dénudation de la gaine.

Épidermes. — Les deux épidermes ont tous les caractères d'épidermes jeunes : leurs cellules se divisent activement par des cloisons radiales; c'est dire qu'elles renferment un protoplasme abondant et un noyau actif, que leurs parois sont minces, sauf les parois externes un peu épaissies déjà, mais sans cuticule. Il n'y a pas de stomates (fig. 18 et 19). Ceux-ci d'ailleurs se montrent excessivement rares sur la gaine adulte et n'y existent même que dans le voisinage de la région basilaire. A l'état adulte aussi, les cellules des épidermes de la gaine sont beaucoup plus courtes que dans le limbe; elles n'ont, en moyenne, que 232 μ, soit le quart de la longueur de celles du limbe (fig. 20, pl. II : épiderme externe vu de face); celles de l'épiderme externe ont la cuticule plus épaisse que celles de l'épiderme interne.

[1] Centrifuge par rapport à la feuille, les assises les plus jeunes étant du côté de l'épiderme interne.

3. **Acumen.** — A une certaine distance du sommet, les deux bords du limbe se replient l'un vers l'autre du côté de la face interne, et cela suivant deux lignes longitudinales partageant la largeur du limbe en trois parties sensiblement égales. A mesure que l'on s'élève dans la feuille, trois modifications se produisent simultanément (fig. 21 à 27, pl. III : coupes à des niveaux successifs, établissant le passage du limbe à l'*acumen*) : les deux bords repliés s'appliquent de plus en plus contre la face interne de la partie médiane; ils se rétrécissent de plus en plus, en même temps qu'ils se soudent progressivement avec la partie médiane du limbe, concrescence qui de l'endroit de la plicature gagne peu à peu l'extrême bord; enfin, les caractères chlorophylliens du mésophylle interne s'effacent insensiblement à partir du milieu du limbe vers les bords; finalement, il ne reste plus du côté interne qu'un sinus (fig. 26) qui se comble peu à peu (fig. 27). Naturellement, le nombre des faisceaux diminue en s'élevant et c'est ainsi que s'organise la partie semi-cylindrique de la feuille que j'ai appelée *acumen*.

Il est à remarquer que la disparition des bords ne se fait pas à la même hauteur des deux côtés : les trois modifications décrites ci-dessus s'opèrent un peu plus bas dans l'une des moitiés de la feuille, soit à droite, soit à gauche. Sur douze feuilles que j'ai examinées à cet égard, six avaient le bord plus haut à gauche et six à droite.

Vers la moitié de sa hauteur, une coupe transversale de l'*acumen* (fig. 27) présente la forme d'une ellipse ayant $2^{mm},275$ sur $1^{mm},6$ et montre la structure suivante :

Faisceaux. — Au nombre de quatorze, ils sont disposés, suivant une ellipse, à la périphérie du parenchyme incolore, adossés contre le parenchyme chlorophyllien, le médian se trouvant un peu à côté du passage du petit diamètre de l'ellipse. Leur organisation est la même que dans le limbe.

Parenchyme incolore. — Il est la continuation du parenchyme incolore du limbe auquel est venu s'ajouter le mésophylle interne chlorophyllien du limbe. En effet, les éléments de ce mésophylle, en perdant leur chlorophylle, se sont recloisonnés une ou deux

fois dans le sens tangentiel et sont confondus ainsi que leurs produits avec le parenchyme incolore. Celui-ci, dans l'*acumen*, est formé de grandes cellules isodiamétriques à parois minces qui meurent bientôt et se remplissent d'air. Suivant le plan de symétrie de l'organe, le nombre d'assises de ces cellules est de douze environ.

Parenchyme chlorophyllien. — Il entoure complètement le parenchyme incolore et les faisceaux et il offre absolument la même composition que le parenchyme chlorophyllien externe du limbe : une assise exérieure en palissade et deux assises de cellules arrondies. D'ailleurs, comme ce dernier, dont il n'est que la continuation vers le haut, il provient entièrement du mésophylle externe.

Épiderme. — De même que le parenchyme chlorophyllien a la même origine que le parenchyme chlorophyllien externe du limbe, l'épiderme de l'*acumen* est génétiquement le même que l'épiderme externe du limbe et présente la même organisation que lui.

Historique.

Développement. — A la page 12, je disais que le développement de la feuille, dans son ensemble, se fait de haut en bas, Je résumais ainsi l'ordre d'apparition des diverses parties de la feuille : l'*acumen* s'organise d'abord, puis le limbe, finalement la gaine. Mais ces trois parties ainsi formées sont susceptibles par la suite d'accroissement intercalaire propre à chacune et lequel cesse dans le même ordre.

Ce serait ici le lieu de rappeler les arguments qui ont fourni la matière aux nombreuses controverses qu'ont suscitées les divers modes d'accroissement des feuilles entre les botanistes éminents du siècle dernier et notamment entre A.-P. de Candolle (**5**, t. I, p. 354), Steinheil (**48**), de Mohl (**33**), A. de Jussieu (**20**), Naudin (**36**), Mercklin (**27**) et Trécul (**54**). Mais cela entraînerait trop loin. Il suffira de noter que les recherches organogéniques de ce dernier auteur, faites avec soin

sur de nombreuses feuilles de plantes monocotylées et dicotylées, l'ont amené à distinguer quatre modes principaux de formation : basifuge, basipète, mixte et parallèle. Bien qu'acceptée par la plupart des botanistes jusqu'en ces derniers temps, la valeur de cette distinction peut être discutée; je me bornerai ici à renvoyer le lecteur à la page 164 du mémoire de M. A. Gravis sur le *Tradescantia virginica* (**15**). Avec ce savant professeur, je ne vois pas la nécessité de maintenir comme typique le mode de formation parallèle de Trécul. Cette opinion, émise d'ailleurs antérieurement déjà par M. Goebel (**13**, p. 227) et par M. Van Tieghem (**57**, p. 860), me semble d'autant plus plausible dans le cas spécial qui m'occupe, qu'à la page 247 de son travail, Trécul ajoute une note (1) qui contient implicitement une contradiction à ses conclusions et me justifie pleinement quand je dis que la feuille d'*Ornithogalum caudatum* appartient à la formation basipète.

Tissus générateurs. — On sait que l'un des caractères qui distinguent les Monocotylées repose sur l'absence de tissus libéroligneux secondaires provenant de l'activité génératrice d'un cambium qui s'établit entre le bois et le liber primaires des faisceaux, d'où l'opinion généralement reçue que le cambium fait défaut chez ces plantes. Je viens de montrer (p. 22) qu'à un certain moment, les gaines charnues des feuilles de notre plante renferment des faisceaux où les cloisonnements cambiaux sont très caractéristiques. Ce n'est que la confirmation des mêmes faits énoncés par Moebius (**32**) au sujet d'Orchidées indigènes, par Godfrin (**12**, pl. III, fig. 43) pour le *Latania borbonica*, par Mlle S. Andersson (**1**, pp. 585 et 618) pour diverses Monocotylées, par Nægeli (**34**, p. 19) pour le *Chamaedorea elatior* et par M. Gravis (**15**, p. 113) pour le *Tradescantia*. M. Queva, cité par MM. Gravis et Donceel (**16**, p. 49, note 2), a fait des observations analogues en 1894 dans les Dioscorées et les Liliacées, et plus récemment encore, ce même auteur (**37**, p. 446) a

(1) « Dans la *formation basipète,* les parties du limbe seules se forment de haut en bas, car la gaine les précède ordinairement quand la feuille en est munie. » (Trécul [**38**, p. 247 en note].)

trouvé, dans les faisceaux des tubercules de *Gloriosa superba* de véritables productions libéroligneuses secondaires, d'où il conclut que les Monocotylées dériveraient de Dicotylées inférieures.

L'apparition des faisceaux tardifs dans le parenchyme fondamental de la gaine n'est pas sans présenter quelque analogie avec celle des faisceaux dont MILLARDET (**28**) a observé le développement dans les tiges de *Yucca* et de *Dracoena*. Millardet, il est vrai, a donné une interprétation assez erronée en nommant cambium le tissu générateur à cloisonnements tangentiels dont ils proviennent et en les considérant comme constituant du bois secondaire. RÖSELER (**39**), ayant porté ses études sur les *Yucca*, *Dracoena*, *Aloe* et *Cordyline*, a mieux déterminé la nature du tissu générateur périphérique. Il rejette d'abord l'analogie qu'on a voulu établir entre ce tissu et le cambium; il dit notamment à la page 315 : « Zellen, welche, unbegrenzt theilungsfähig, abwechselnd Holz und Rinde bilden, also Initialen wie bei den Laub- und Nadelhölzern, sind im Verdickungsringe von Yucca, Aloë und Dracaena nicht vorhanden ». Il insiste encore sur ce point en disant à la page 317 : « Natürlich ist hier der Begriff Mutterzelle in einem anderen Sinne zu verstehen als in der Zusammensetzung « Cambiummutterzelle » (= Initiale) ». Ayant établi ces points, il n'énonce, à la page 328, sa manière de voir au sujet de la zone génératrice circulaire qu'il appelle jusqu'à cet endroit « Verdickungsring », que d'une façon détournée, au moyen d'un pronom : « Wir hätten somit gewissermaassen ein Meristem in jeder Anlage, welches vielleicht in ähnlicher Weise, wie das unseres Verdickungsringes, nach innen die das Gefässbündel bildende Elemente abscheidet... » Dès ce moment, il emploie plusieurs fois le terme « Meristemring » (pp. 330 et 342) pour nommer cette zone génératrice que, plus récemment, M. le professeur GRAVIS a désignée par le terme « périméristème » (**15**, p. 121) proposé par GUILLAUD (**17**).

Bien que dans la gaine des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* il n'existe pas d'assise génératrice franchement délimitée, il se produit, dans le cours du développement de cet organe, de nombreux cloisonnements tangentiels dans les cellules à la

périphérie du tissu fondamental moyen; c'est de certains de ces cloisonnements que procèdent les faisceaux libéroligneux tardifs, et ce de la même manière que les prétendus « faisceaux de bois secondaire » de Millardet ou que les « secundären Gefässbündel de Röseler (cf. ma figure 17, pl. II, avec les figures 8 et 14 de Millardet et la figure 13 de Röseler).

On peut donc, semble-t-il, affirmer qu'il se manifeste dans la gaine foliaire de l'*Ornithogalum caudatum* un accroissement diamétral assez considérable avec production de parenchyme et de faisceaux libéroligneux tardifs; ces tissus prennent naissance par un mécanisme en tout comparable à celui d'un périméristème. De plus, il est à noter que les faisceaux tardifs dont il s'agit sont propres à la gaine, comme, dans la tige de *Dracoena*, les faisceaux issus du périméristème sont propres à la tige.

Au sujet du contenu des cellules épidermiques, mon attention fut attirée sur une communication de Schenk (**44**) dans laquelle ce savant signale l'existence, dans les cellules épidermiques de la hampe, des feuilles, des bractées, des pièces du périanthe et des carpelles de plusieurs espèces d'*Ornithogalum*, d'amidon amorphe en solution dans le suc cellulaire et colorable par la teinture d'iode, comme l'amidon solide, en violet ou en indigo. Dans certaines espèces, la coloration s'obtient très rapidement; dans d'autres, telle que l'*O. longebracteatum* Jacq., il faut plusieurs heures avant qu'elle se manifeste; dans les *O. Ecklonianum, comosum* et *umbellatum*, elle ne s'est jamais produite. Pour mener à bien les expériences, il faut, d'après cet auteur, récolter les matériaux avant ou pendant l'époque de la floraison; après on n'obtient aucun résultat. Mais dans une seconde communication, Schenk (**45**) se rétracte et fait toutes ses réserves quant à l'existence de l'amidon amorphe dans les *Ornithogalum*, tout en admettant la possibilité qu'il s'agit d'un isomère de l'amidon, se basant, pour conclure ainsi, sur ce que dans l'eau la coloration caractéristique de l'amidon disparaît. Nægeli (**35**) a démontré le non-fondé de cet argument et a établi que l'on a bien affaire là à une variété amorphe ou dissoute de l'amidon. Pour ma part, tout en suivant la technique

indiquée par ces auteurs, j'ai vainement tenté de provoquer la coloration violette par l'action de l'iode sur le contenu des cellules épidermiques prises en des endroits bien divers et sur plusieurs individus de l'*Ornithogalum caudatum.* Sans doute, cette espèce doit être rangée parmi celles où l'amidon dissous fait défaut, à moins que, chose peu probable, les conditions de culture assez uniformes pour les individus dont j'ai pu disposer n'exercent une certaine influence sur le phénomène en question.

§ 2. — LES BRACTÉES.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

A l'extrémité d'une hampe de 1 mètre à 1m,50 de longueur, cylindrique, lisse et nue, s'élève une grappe de fleurs longue de 15 à 35 centimètres. Chaque fleur est insérée à l'aisselle d'une bractée. Les bractées sont sessiles sans être engainantes, lancéolées et longues de 2 centimètres; elles se dégagent d'abord perpendiculairement à l'axe, mais se redressent bientôt verticalement; elles sont vertes et atteignent leur maximum de développement un peu avant l'épanouissement des fleurs qui leur correspondent. Quand celui-ci a lieu, la bractée commence à se flétrir; elle devient brunâtre, se dessèche et tombe bientôt. Ce sont donc simplement des organes de protection pour les boutons floraux.

II. — *ANATOMIE.*

A. — Parcours des faisceaux.

La bractée reçoit trois faisceaux : un faisceau médian M et deux latéraux L. Tous trois courent parallèlement dans l'organe, sans se relier jamais au moyen d'anastomoses et se terminent en pointe libre; le M, après avoir parcouru presque toute la longueur de la bractée, s'arrête à environ 1 millimètre du sommet

de celle-ci ; le trajet des deux latéraux L s'arrête en deçà de la moitié de la longueur de l'organe et est plus court pour l'un que pour l'autre (fig. 28, pl. II : une bractée entière).

Parfois un quatrième faisceau *m* pénètre dans la bractée parallèlement aux trois autres ; mais il n'y parcourt qu'une distance qui n'excède pas 1 à 1^{mm},5 ; il se trouve toujours entre le bord et le faisceau latéral le plus long, qui peut être tantôt à droite, tantôt à gauche du médian dans les différentes bractées.

B. — Histologie.

Faisceaux. — Ils présentent la même structure que ceux de la feuille végétative et plus particulièrement que les petits faisceaux. Ainsi le faisceau M ne comprend que quatre ou cinq petites trachées étroites (fig. 30, pl. IV), la plupart annelées ; l'un des faisceaux L n'a qu'une trachée ; le plus long peut en avoir deux ou trois.

Parenchyme. — Il est entièrement chlorophyllien ; néanmoins, il provient également de trois mésophylles. Le mésophylle moyen ne donne qu'une assise de cellules dans toute l'étendue de l'organe ; ces cellules sont grandes, et plusieurs d'entre elles ne renferment que du mucilage et des raphides. Le mésophylle interne ne produit que deux assises et le mésophylle externe trois assises de cellules plus petites (fig. 29, pl. III : coupe transversale à la base de la bractée). Vers la base de la bractée, on trouve également quelques rares cellules à raphides dans ces deux mésophylles ; vers le sommet, le mésophylle externe se réduit à deux (fig. 30), puis à une assise de cellules (fig. 32, pl. IV).

Épidermes. — Ils offrent les mêmes caractères que dans la feuille végétative, sauf que vers la base de l'organe, la cuticule est relativement très épaisse et remarquable par les stries, particulièrement très prononcées à l'épiderme interne, dont elle est sillonnée (fig. 29). Les deux bords de la bractée sont presque exclusivement constitués par les deux épidermes accolés, et l'on remarque que l'un d'eux, plus prononcé, celui qui se trouve du

côté de la bractée parcouru par le faisceau L le plus long, a une tendance à se replier contre la face interne, dernier vestige de la formation d'un *acumen* (fig. 30, 31, 32, pl. IV : coupes transversales à des niveaux de plus en plus rapprochés du sommet de la bractée); celui-ci existe donc réellement, mais ne parvient pas à se caractériser bien nettement.

Des stomates sont répartis également sur les deux faces des bractées.

CHAPITRE II

LES PLANTULES.

Dans la plantule, le cotylédon et les feuilles suivantes sont disposés en ordre distique imparfait (fig. 35, pl. III).

Nous étudierons successivement le cotylédon et les premières feuilles d'une plantule.

§ 1. — LE COTYLÉDON.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Le cotylédon comprend trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen* (fig. 34, pl. III).

Au début de la germination, la gaine a la forme d'un cylindre creux et présente une petite ouverture longitudinale qui est la fente cotylédonnaire. L'*acumen* est cylindrique, plein et courbé à 180° (fig. 33, pl. III); son extrémité, très effilée, reste emprisonnée dans l'albumen et remplit les fonctions de suçoir. Quant au limbe du cotylédon, il ne semble représenté que par une région extrêmement courte, comprise entre la gaine et l'*acumen* au niveau de la fente cotylédonnaire.

Pendant la première période de l'accroissement du cotylédon, la gaine, en devenant charnue, se renfle jusqu'à atteindre la grosseur d'un pois; la fente cotylédonnaire s'élargit de façon à donner passage aux premières feuilles de la plantule, mais elle ne s'allonge guère, de sorte que la région que je considère comme homologue du limbe reste toujours extrêmement courte; le limbe cotylédonnaire ne s'aplanit pas; ses bords, qui ne sont autres que les bords de la fente cotylédonnaire, restent toujours assez rapprochés (fig. 36, pl. IV). Quand le cotylédon atteint 6 à 8 centimètres de longueur, l'*acumen* redresse son extrémité

en entraînant souvent encore le spermoderme presque vide, et il devient droit tandis qu'il continue de s'allonger. Pendant ce temps, le spermoderme se vide complètement, tombe en laissant à nu le suçoir qui se flétrit aussitôt. Finalement le cotylédon peut acquérir une longueur de 8 à 9 centimètres (fig. 34, pl. III).

II. — *ANATOMIE.*

A. — Parcours des faisceaux.

L'hypocotyle, très court, envoie dans le cotylédon huit faisceaux :

$$m''m'm\,\mathrm{L}\,\mathrm{M}\,\mathrm{L}\,m\,m'.$$

Le faisceau M occupe, normalement, le milieu du cotylédon; il est opposé au faisceau M^1 de la feuille 1 de la plantule. Ce faisceau M du cotylédon est loin d'avoir l'importance de son correspondant dans la feuille végétative : il n'est même guère plus important que le faisceau m'' qui se trouve en face de lui dans la gaine (fig. 35, pl. III). Le faisceau m'' disparaît le premier en se jetant dans le faisceau m' de gauche, et cela un peu avant d'arriver au niveau de la fente cotylédonnaire qui se trouve au-dessus de lui dans le même plan vertical. A son tour, le faisceau M se jette dans le latéral L de gauche. Plus haut encore, avant la disparition complète des bords du limbe, les m' et les m qui s'y trouvent engagés se jettent les premiers dans les derniers et ceux-ci dans les L qui leur sont contigus. On arrive ainsi dans l'*acumen* parfaitement cylindrique du cotylédon. Les faisceaux L parcourent l'*acumen* dans toute sa longueur en restant parallèles et en tournant l'un vers l'autre leur coin ligneux (fig. 37, pl. IV); ils se prolongent dans le suçoir et ne s'y terminent qu'à l'extrême sommet, en se réunissant par quelques trachées courtes (fig. 39, pl. IV).

Aucune anastomose ne s'observe entre les faisceaux qui parcourent le cotylédon, et seuls les faisceaux L produisent, au niveau du plus grand diamètre de la gaine, chacun une ramification à trajet court qui conflue de nouveau avec le faisceau dont elle est

issue. Cependant, ces ramifications occupent, pendant un certain temps, une place correspondant à celle qui distingue les faisceaux intermédiaires *i* dans les feuilles (fig. 40, pl. IV : parcours des faisceaux).

En somme, les faisceaux L sont les plus importants du cotylédon. On peut rapprocher ce fait de la tendance que montrent ces mêmes faisceaux dans la préfeuille à supplanter le faisceau M.

B. — Histologie.

Histologiquement, le cotylédon ne diffère guère des feuilles. Les faisceaux ont la même composition. Avant son renflement, on reconnaît parfaitement dans la gaine un épiderme interne, un parenchyme et un épiderme externe. A ce stade aussi (alors que la feuille 1 n'est encore qu'un mamelon), on peut observer que les diverses régions du cotylédon, gaine, limbe et *acumen*, passent de l'une à l'autre suivant le mode décrit pour la feuille végétative. De même, on peut assister, plus tard, à l'hypertrophie modérée, il est vrai, du parenchyme de la gaine, laquelle se fait comme dans la feuille végétative; on peut en conclure que ce parenchyme est formé par trois mésophylles distincts; ce parenchyme ne renferme jamais beaucoup d'amidon. Mais bientôt, par suite du développement et de l'épaississement de la gaine de la feuille 1, les tissus internes de la gaine du cotylédon (épiderme interne, mésophylles interne et moyen) sont écrasés, distendus et difficiles à reconnaître (fig. 41, pl. IV).

Les épidermes externe et interne de la gaine cotylédonnaire ne présentent pas de stomates.

L'*acumen* offre la même structure que dans la feuille végétative; mais il est plus cylindrique et ne renferme que les deux faisceaux LL (fig. 37, pl. IV). Des stomates garnissent son épiderme.

Quant au suçoir, il est droit et long de 2 à 4 millimètres; les cellules épidermiques n'y ont pas la forme papilleuse, comme dans beaucoup d'autres organes similaires; mais la paroi externe est mince et sans cuticule (fig. 39, pl. IV).

Comme particularités marquantes, il convient de signaler que, dans toute la longueur du cotylédon, l'épiderme externe, dans sa région médiane, forme un repli assez profond qui provoque l'interruption, en cet endroit, du mésophylle externe chlorophyllien. Les cellules épidermiques externes, situées dans le voisinage de ce repli, sont souvent recloisonnées (fig. 38, pl. III).

De même, dans la gaine, à la région située à l'opposite de celle dont il vient d'être question, l'épiderme externe offre la disposition que représente la figure 41. Il est à remarquer que cette disposition ne s'étend pas depuis la base jusqu'à la fente cotylédonnaire; du moins l'examen de coupes transversales successives et de coupes tangentielles ne m'a pas permis de l'observer comme telle; elle n'atteint pas, loin de là, les deux niveaux extrêmes de la gaine cotylédonnaire.

Existe-t-il une corrélation entre ces faits? Les données actuelles ne permettent pas de résoudre cette question. Il y aurait sans doute lieu de l'approfondir, notamment au point de vue de la valeur morphologique du cotylédon unique des Monocotylées (¹).

§ 2. — LES PREMIÈRES FEUILLES DE LA PLANTULE.

Peu après le redressement du cotylédon, on voit poindre par la fente cotylédonnaire le sommet de la feuille 1; celle-ci s'al-

(¹) Au moment de livrer le présent travail à l'impression, j'ai pris connaissance d'une notice de Miss ETHEL SARGANT (43, p. 107). L'auteur y traite la question en se basant sur l'examen comparatif du parcours des faisceaux dans les plantules de l'*Anemarrhena* et de l'*Eranthis*, et conclut au caractère dicotylé ancestral des Monocotylées

A ce sujet, on voudra bien remarquer que le faisceau que j'ai désigné ici comme médian cotylédonnaire M ne présente pas tous les caractères ordinaires d'un faisceau médian; il n'est pas le plus gros, ni le plus long, comme on le voit dans la figure 40. Si le cotylédon des Monocotylées est réellement constitué par deux cotylédons concrescents, les faisceaux désignés ici par L sont en réalité les médians de ces deux cotylédons, et le petit faisceau entre les deux, qui a été dénommé M, proviendrait de la fusion de deux marginaux (*m*).

longe assez rapidement (fig. 34, pl. III), et quand elle a acquis une certaine taille, elle laisse à son tour sortir, par une fente semblable à celle du cotylédon, la feuille 2; celle-ci en agit de même et ainsi de suite.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

A part qu'elles ne portent pas de suçoir, les premières feuilles d'une plantule montrent extérieurement tout à fait le même aspect que le cotylédon; seulement l'*acumen* est plus long. Le limbe y est tout aussi insignifiant, n'étant pas atteint par l'accroissement intercalaire. Ce n'est qu'après la troisième feuille que celui-ci se fait sentir d'une façon notable dans cette région, qui alors prend de plus en plus d'importance. Les gaines des feuilles successives acquièrent une épaisseur définitive graduellement plus considérable, tandis que celles des organes les plus extérieurs s'exfolient les unes après les autres.

II. — *ANATOMIE.*

Les caractères anatomiques sont très semblables dans les premières feuilles de la plantule. Aussi me bornerai-je à fournir quelques détails au sujet de la feuille 2.

A. — Parcours des faisceaux.

Toutes choses égales d'ailleurs, le parcours des faisceaux présentent les mêmes traits essentiels que dans la feuille végétative. Au niveau du plus grand diamètre de la gaine de la feuille 2, celle-ci comprend dix-huit faisceaux :

*m'm m'*L *i'i i'*M *i'i i'*L *m''m'm''m m''m'*.

On remarque déjà ici la prédominance de l'une des moitiés de la feuille sur l'autre. Cette prédominance se manifeste aussi dans le trajet des faisceaux. Seuls les faisceaux LML*m* pénètrent dans la tige; les autres, à l'état de procambium, n'y entrent pas. La

plupart de ces faisceaux ont d'ailleurs un trajet limité à la gaine ou tout au plus ne dépassent pas le court limbe. Sept seulement passent dans l'*acumen* : ce sont *m*L*i*M*i*L*m*. Enfin dans le quart terminal se prolongent les LML; le L de gauche d'abord, puis le L de droite se jettent dans M qui ne les dépasse pas longtemps. La figure 42, planche IV, résume l'énoncé de ce parcours.

Dans la feuille 1, les faisceaux sont moins nombreux et quatre seulement parviennent dans l'*acumen*, LML*m*, le *m* disparaissant bientôt.

B. — Histologie.

Le parcours et l'importance relative des faisceaux, dans les différentes régions, l'absence de suçoir et des particularités mentionnées au sujet de l'épiderme externe du cotylédon, la présence de faisceaux d'ordre élevé dans la gaine, l'abondance plus grande de l'amidon dans le parenchyme de la gaine sont autant de caractères qui distinguent les premières feuilles du cotylédon et qui les rapprochent des feuilles végétatives; mais pour ce qui concerne l'exiguïté du limbe et le mode de disparition de ses bords, on les retrouve tels que les montre le cotylédon.

Si l'on y ajoute le petit nombre de faisceaux qui parcourent les premières feuilles de la plantule, on est autorisé à dire que celles-ci forment une transition entre le cotylédon et les feuilles végétatives.

Historique.

La germination de la graine et le premier développement de la plantule de l'*Ornithogalum caudatum* se font de la même manière que chez les *Allium* (*A. cepa*, *A. porrum*) où ces phénomènes ont été si souvent décrits et figurés par Mirbel (**29**, p. 60, pl. III, fig. 30; **30**, pl. II ; **31**, p. 71), Gaudichaud (**10**, pl. V, fig. 13), Richard (**38**, pp. 223 et 248, pl. V, fig. 11), Duvernoy (**8**, p. 5), Schleiden (**46**, II. Bd, p. 210), Sachs (**40**, pl. III, et **41**, p. 744), Schubert (**47**, I. Bd, p. 131), Van Tieghem (**56**, p. 271 ; **57**, p. 944) et Tschirch (**53**, pl. XXV, fig. 77). D'ailleurs Mirbel figure très bien (**30**, pl. II) et décrit même en

partie (**31**, p. 63) l'embryon et la germination de l'*Ornithogalum longibracteatum* Jacq., espèce très voisine de la nôtre.

Il en résulte que Klebs (**21**, p. 574) s'est, à bon droit, cru autorisé à ranger les plantules d'*O. longibracteatum* avec celles de l'*Allium* dans le cinquième type monocotylé, caractérisé par une racine principale prenant un grand développement lors de la germination et par un cotylédon long, filiforme, se produisant au-dessus du sol, après l'épuisement de l'albumen, avec les caractères d'une première feuille végétative. Notre espèce, évidemment, rentre aussi dans ce type.

En ce qui concerne les trois parties du cotylédon admises par M. Van Tieghem (**56**, p. 271), une gaine inférieure, un limbe et une gaine supérieure, je suis porté à partager l'avis exprimé par M. le professeur Gravis (**15**, p. 42), rejetant la notion d'une « gaine supérieure ». Celle-ci, non seulement n'existe pas dans l'embryon avant la germination, mais n'apparaît jamais dans un grand nombre et peut-être dans la majorité des Monocotylées. M. Van Tieghem a cru pouvoir établir des distinctions basées sur le nombre des faisceaux cotylédonnaires. Je ne pense pas, toutefois, que l'éminent botaniste français ait voulu en tirer un caractère phyllétique ; car si l'on admettait cette manière de voir, l'*Ornithogalum caudatum* serait notablement différent des genres *Allium*, *Lilium* et *Asphodelus*, chez lesquels le cotylédon ne reçoit que deux ou trois faisceaux parfois même fusionnés. Mais je ne crois pas que le *nombre* des faisceaux puisse caractériser des types de structure; car nous savons que ce nombre est souvent très variable dans les organes homologues d'une même plante, par exemple dans les feuilles étagées le long d'une même tige, dans les entrenœuds successifs d'un même axe, etc.

Ebeling (**9**), Lewin (**24**) et Tschirch (**53**) ont étudié plus spécialement l'organisation du suçoir dans diverses espèces. Le premier cite l'*Ornithogalum altissimum* comme ayant le même suçoir droit, en forme de cheville, que le *Lilium bulbiferum* également décrit et figuré par Tschirch (pl. XXV, fig. 76) ; le suçoir de notre espèce peut aussi y être assimilé.

CHAPITRE III

LES POUSSES AXILLAIRES VÉGÉTATIVES.

Comme pousses axillaires végétatives, nous envisagerons celles qui s'implantent sur le plateau même, à l'aisselle des feuilles végétatives étudiées au premier chapitre. Généralement, ces pousses axillaires ne parviennent pas à sortir d'entre les gaines trop serrées du bulbe; entravées dans leur premier développement, elles meurent et pourrissent avant de voir le jour; mais il arrive parfois qu'une et même deux se développent dans un bulbe. Ces pousses sont composées de plusieurs feuilles, dont la première, enveloppant toutes les autres, présente quelques caractères particuliers et porte le nom de préfeuille.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS DE LA PRÉFEUILLE ET DES FEUILLES SUIVANTES.*

Dans la préfeuille, on retrouve les trois régions que comporte la feuille végétative, mais avec des proportions bien différentes. La plus longue qu'il m'a été donné d'observer (fig. 43, pl. IV) avait 40 centimètres de longueur totale. Sa gaine était longue de $1^{cm},5$, sans aucune apparence de tubérisation; elle présentait la forme d'un cylindre creux un peu comprimé, avec deux saillies longitudinales, l'une à droite et l'autre à gauche du plan de symétrie.

Le limbe occupe presque tout le reste de la longueur de la préfeuille; il est bicaréné dans toute son étendue et les carènes font fortement saillie à la face externe; ces saillies prolongent celles de la gaine. Dans la partie la plus large, la préfeuille a 17 millimètres de largeur.

Quant à l'*acumen*, il n'est long que de 2 ou 3 millimètres; il

est très aplati, obtus, et constitue une sorte de chape à l'extrémité de la préfeuille.

Dans la feuille suivante ou feuille 2, longue de 45 centimètres, la gaine n'a plus que 2 millimètres; on n'y voit plus de saillie, mais elle est cependant plus épaisse dans les régions occupées par les faisceaux L. Le limbe, aussi large que celui de la préfeuille, présente également deux carènes, mais peu saillantes. Enfin, l'*acumen*, long de 1 centimètre, est plus épais et aussi plus effilé (fig. 44, pl. IV : extrémité de la feuille 2).

Ces caractères s'accentuent dans les feuilles 3, 4, ..., où l'on ne trouve même plus de trace de gaine, mais où, par contre, l'*acumen* devient de plus en plus long, plus effilé et plus cylindrique.

La présence de carènes aux feuilles 2, 3, 4, ... du bourgeon axillaire s'explique par le fait de la pression antéro-postérieure considérable que subissent ces organes pendant la majeure partie de leur développement entre les gaines si serrées du bulbe. Chez d'autres Monocotylées, cette pression se fait moins sentir dans les bourgeons axillaires des tiges aériennes, et c'est pourquoi, dans ces cas, la préfeuille seule est bicarénée.

Pour ce qui regarde la gaine, il convient d'observer que les feuilles ..., 4, 3 et même 2 n'ont pas atteint leur croissance définitive. Il se pourrait que, par suite de l'accroissement basilaire, la gaine fût à même de s'organiser plus tard; il serait même permis de supposer que ces futures gaines devinssent charnues de façon à constituer ultérieurement un bulbe. Malheureusement, la rareté de ces bourgeons axillaires ne m'a pas donné l'occasion de récolter des matériaux suffisants pour élucider ces questions, et il serait téméraire de conclure prématurément. Cependant, ayant pu, dans d'autres parties telles que les bulbes jeunes et les bulbilles, constater que les feuilles les plus jeunes, situées au cœur de ces organes et n'ayant que quelques millimètres de longueur encore, présentent déjà, parfaitement constituées, les trois régions décrites dans la feuille végétative (fig. 61, pl. V), je tiens pour éminemment probable que la gaine fait toujours défaut dans des feuilles où l'on n'en voit pas de trace quand elles

ont plusieurs centimètres, voire même plusieurs décimètres de longueur; il en résulte qu'il faut écarter l'idée de la formation ultérieure d'un bulbe.

Pour les motifs que je viens d'exposer, je n'ai pu déterminer le sort réservé aux pousses axillaires végétatives. Peut-être sont-elles destinées à fleurir l'année suivante.

II. — *ANATOMIE DE LA PRÉFEUILLE ET DES FEUILLES SUIVANTES.*

A. — Parcours des faisceaux.

Dans la préfeuille, le parcours des faisceaux présente essentiellement la même allure que dans la feuille végétative. Ici aussi, la gaine présente, tout au moins dans sa partie inférieure, un certain nombre de faisceaux qui n'en sortent pas à côté des faisceaux qui se continuent dans le limbe. Ceux-ci sont à vingt-huit à la base de la gaine; les autres propres à la gaine sont à trente-trois, ce qui porte à soixante et un le nombre des faisceaux différenciés ou non que l'on peut y compter (fig. 45, pl. IV : coupe transversale à la base de la gaine). Tout en haut de la gaine, il y a trente-deux faisceaux, tous destinés à se rendre dans le limbe (fig. 46, pl. IV). Dans toute la longueur de la gaine, les faisceaux latéraux L longent les deux saillies longitudinales; le faisceau M occupe une position intermédiaire. Ces situations respectives sont maintenues dans le limbe, ce que l'on peut prévoir si l'on se rappelle que les saillies de la gaine ne sont autre chose que les bases des carènes.

Il en résulte que le limbe, à part la présence des saillies carénales, où les faisceaux L sont accompagnés d'un faisceau *m*", parfois d'un *i'*, offre le même parcours que celui de la feuille végétative, les faisceaux étant à peu près également répartis à droite et à gauche du faisceau médian M. Ce dernier, contrairement à ce qui a généralement lieu, n'est pas aussi gros que les faisceaux L. Ce fait n'a rien d'étonnant, étant données les condi-

tions spéciales dans lesquelles se développe la partie de la feuille comprise entre les deux carènes, comprimée qu'elle est entre la tige mère ou ses dépendances et le bourgeon qu'elle enveloppe (fig. 47, 48, 49, 50, 51 et 52, pl. V : coupes transversales dans la préfeuille, faites à différents niveaux à partir de la base du limbe jusqu'au sommet).

La caractéristique principale du parcours des faisceaux dans la préfeuille réside dans la façon dont se terminent les faisceaux qui arrivent jusqu'à l'*acumen*. Jusqu'ici les quelques faisceaux m^n qui se sont succédé aux extrêmes bords du limbe se jetaient dans les faisceaux m^{n-1} contigus, ainsi que cela se pratique, en général, dans les feuilles végétatives. Le court *acumen* de la préfeuille débute pour ainsi dire par la terminaison en pointe libre de deux faisceaux m''; bientôt après disparaissent de la même façon deux faisceaux m' extérieurs, puis les deux m et, en même temps que ces derniers, s'évanouissent toujours de la même manière les faisceaux i et L de droite; aussitôt après, les faisceaux M, L et i de gauche se confondent en une masse terminale de trachées courtes situées en dessous du sommet très obtus de l'*acumen* (fig. 53, pl. V : parcours des faisceaux dans le sommet du limbe de la préfeuille).

Ici encore, une des moitiés de la préfeuille est en avance sur l'autre quant aux phénomènes d'apparition et surtout de disparition des faisceaux.

Dans la feuille 2, sauf en ce qui concerne la gaine pour ainsi dire absente, le trajet des faisceaux se fait suivant le mode décrit pour la feuille végétative; remarquons cependant que les terminaisons des faisceaux à l'extrême sommet se succèdent beaucoup plus rapidement ici et que le faisceau M ne dépasse que très peu les faisceaux L à l'état solitaire (fig. 54, pl. IV : parcours des faisceaux dans l'*acumen* de la feuille 2).

Les feuilles 3, 4, ... réduites au limbe et à l'*acumen*, ont, pour ces parties, un parcours de plus en plus similaire à celui de la feuille végétative.

B. — Histologie.

Les différents tissus qui composent la préfeuille et les feuilles suivantes de la pousse axillaire sont les mêmes et se comportent de la même façon que ceux de la feuille végétative. Certes, il est évident que l'organisation différente des régions comparables de part et d'autre entraîne des différences dans l'état définitif des tissus que ces régions comprennent. Ainsi, le mésophylle moyen de la gaine de la préfeuille présente à peu près le même nombre d'assises que dans le limbe; il n'est pas hypertrophié. Les cellules n'y renferment que peu d'amidon. En revanche, la proportion des cellules à raphides y est beaucoup plus considérable que dans la gaine tubérisée de la feuille végétative.

Le limbe de la préfeuille présente cette particularité, que les faisceaux latéraux L se sont surtout développés dans le sens antéro-postérieur en restant très étroits; les éléments ligneux sont tous disposés en une seule file (fig. 55, pl. IV : un faisceau L dans le milieu du limbe).

L'examen anatomique des feuilles de la pousse axillaire m'a permis de constater une structure assez bizarre de certains faisceaux. A quelques rares niveaux, ceux-ci présentent de véritables boucles ligneuses qui s'étendent dans un plan transversal à la feuille. Ces boucles sont composées d'une ou de deux trachées qui partent de l'un des côtés du faisceau, contournent celui-ci du côté du bois et reviennent s'amorcer de l'autre côté à la partie ligneuse (fig. 56, pl IV : faisceau dont la boucle n'est pas différenciée). Il est rare que les choses en restent là; le plus souvent, en effet, des anastomoses provenant de faisceaux voisins viennent se jeter dans ces boucles. Quels sont le rôle et la signification de ces boucles? Je n'ai pu démêler cette question d'autant plus intéressante que ces formations semblent être localisées dans les feuilles d'une pousse végétative axillaire.

Les deux saillies carénales sont formées par un recloisonnement plus actif des cellules du mésophylle externe situées der-

rière les faisceaux L. Ces caractères du limbe se retrouvent de moins en moins marqués dans les feuilles 2, 3, 4, ...

L'*acumen* de ces dernières est organisé de la même façon que dans la feuille végétative. Cependant, à cause de son aplatissement plus ou moins prononcé, la moelle centrale, provenant du mésophylle moyen, y est moins ou plus prédominante suivant l'ordre de plus en plus élevé des feuilles.

CHAPITRE IV

LES BULBILLES.

Dans l'Introduction, j'ai déclaré n'employer le terme bulbille que pour mieux distinguer les productions bizarres, naissant sur la gaine charnue des feuilles, des caïeux que produisent la plupart des plantes bulbeuses. Ce terme est adopté par la plupart des auteurs, tels que MIRBEL (**30**, p. 137), A. DE SAINT-HILAIRE (**41**, p. 241), LE MAOUT et DECAISNE (**21**, p. 6), DUCHARTRE (**6**, p. 540), BAILLON (**2**, p. 42) et VAN TIEGHEM (**56**, p. 314); mais tous nomment ainsi des bourgeons à écailles épaisses et charnues qui naissent à l'aisselle de feuilles ordinaires, comme dans le *Lilium bulbiferum*. La plupart d'entre eux comprennent, en outre, sous ce nom, des formations bulbiformes qui occupent la place des fleurs, comme c'est le cas dans les inflorescences de quelques Monocotylées (*Allium, Gagea, Agave*). Mais E. GERMAIN DE SAINT-PIERRE (**11**, p. 165) appelle encore bulbilles les caïeux pédicellés qui se forment aux dépens des bulbes de certaines espèces d'*Allium* et de *Tulipa*. Quoi qu'il en soit, le mot bulbille étant le diminutif de bulbe, il me semble rationnel de l'appliquer à toute espèce de productions organisées comme des bulbes, mais plus petites. C'est ainsi que je le comprends.

§ 1. — BULBILLES NORMALES.

Il y a lieu, en effet, de distinguer des bulbilles de deux sortes; celles que porte toute gaine foliaire âgée d'un bulbe adulte et dont il a été question à la page 5 sont les bulbilles normales; nous les qualifions ainsi à cause de leur présence constante et de la fixité de leur position sur les gaines. Cependant il faut remarquer que dans le cas où une pousse végétative

s'est développée à l'aisselle d'une feuille, la gaine suivante ne porte pas de bulbilles.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS.*

Ces bulbilles ont, en moyenne, je l'ai dit, la grosseur d'une noisette ordinaire; elles sont biconvexes, à faces ovoïdes, l'antérieure, celle qui regarde l'observateur supposé placé dans l'axe du bulbe mère, étant plus bombée que la face postérieure, ce qui résulte de ce que le plan d'insertion est oblique par rapport à l'axe de la bulbille (fig. 57, pl. V : une bulbille vue de profil). En leur qualité de petits bulbes, elles sont constituées par un axe très court, portant de petites feuilles disposées en ordre distique imparfait, différentes de forme et en nombre peu variable. L'une d'elles, prise comme exemple, présente huit feuilles. La plus extérieure, feuille 1 (fig. 58, pl. V), est réduite à la gaine close et montre à son sommet, du côté de la face postérieure, un orifice analogue à la fente cotylédonnaire; le limbe et l'*acumen* sont réduits à leur plus simple expression; la feuille 2 présente la même conformation, mais l'orifice est situé très peu plus bas, à la face antérieure (fig. 59, *a*, pl. V); la feuille 3 montre déjà un *acumen* un peu plus prononcé, en dessous duquel se voit, à la face postérieure, l'orifice un peu plus grand (fig. 59, *b*); l'*acumen* et l'orifice s'accentuent de plus en plus sur les feuilles 4 et 5 (fig. 59, *c*, *d*, *e*, *f*); toutes ces feuilles revêtent la forme générale de la bulbille; elles ne sont pas destinées à s'accroître beaucoup par la suite, et l'on peut les considérer comme réduites à leur gaine. La feuille 6 a la forme d'un cône effilé; vers le milieu de sa hauteur et à la face antérieure, elle présente un petit orifice; deux régions y présentent donc déjà une notable différenciation; la gaine en dessous de l'orifice, l'*acumen* au-dessus (fig. 60, pl. V); mais cette feuille subira par la suite une croissance intercalaire dont l'intensité se répartira plus ou moins inégalement dans toute son étendue, ce qui provoquera notamment un certain allongement du limbe correspondant à l'orifice. La feuille 7 est plus cylindrique et n'a que 6^{mm},5 de longueur, dont 5 pour l'*acumen*

et le reste pour la gaine, l'orifice très petit séparant ces deux régions (fig. 61, pl. V); c'est là d'ailleurs la forme que présentent toutes les feuilles végétatives aux premiers stades de leur formation. Quant à la feuille 8, elle ne constitue encore qu'un bourrelet entourant obliquement le sommet végétatif du plateau (fig. 62, pl. V).

II. — *ANATOMIE.*

A. — Position et insertion.

A la page 16, j'ai indiqué la position occupée par deux bulbilles adultes, côte à côte, au même niveau, à mi-hauteur de la gaine, un peu latéralement en dessous du sinus déterminé par la séparation des deux bords du limbe (fig. 4). J'ai signalé comment chacune de ces bulbilles était vascularisée par un système de trois faisceaux provenant directement du plateau et groupés sous l'épiderme externe de la gaine, système s'étendant du plateau jusqu'au niveau des bulbilles et provoquant, suivant toute cette étendue, deux grosses nervures parallèles. De ces trois faisceaux, l'un est un peu isolé, les deux autres sont très rapprochés l'un de l'autre, voire même confondus par leur partie ligneuse. En dessous de ces deux bulbilles, aucune autre n'avait pris naissance. C'est, ai-je dit, un cas des plus simples qui se réalise très rarement.

Ordinairement, les bulbilles sont plus nombreuses et se trouvent alors disposées en une série assez irrégulière, les unes en dessous des autres le long de la même région de la gaine, et apparaissent en ordre basipète (fig. 63, pl. V). Chacune reçoit trois, rarement deux faisceaux bulbillaires. Dans ces circonstances, ces faisceaux ne se maintiennent pas tous, cela se conçoit, à la périphérie. Ceux qui se rendent dans la bulbille primordiale occupent d'abord, en descendant, une situation périphérique; à une certaine distance, ils obliquent plus ou moins brusquement, de manière à gagner les assises moyennes de la gaine qui les intéresse. Pendant quelque temps encore, ils constituent, dans

cette région, un trio de faisceaux qui se regardent par leur coin ligneux. Deux d'entre eux, si pas tous trois, finissent par se réunir en formant un faisceau à orientation presque toujours anormale par rapport à la gaine. Ceux qui descendent des bulbilles subséquentes suivent aussi d'abord la périphérie, puis s'infléchissent vers les assises moyennes en se séparant, de manière à venir se disposer sur les flancs du groupe trimère précédent. Parfois, ici, pendant qu'ils s'infléchissent ainsi, deux des trois faisceaux se réunissent déjà en un seul; parfois encore l'un des trois envoie une anastomose vers les faisceaux foliaires de la gaine situés près de l'épiderme interne; ou même, fait plus rare, il se rend entièrement dans le cercle de ces faisceaux; enfin, dernier cas, ce troisième faisceau se confond, en descendant, avec l'un des faisceaux bulbillaires provenant de bulbilles situées plus haut. Il en résulte que la coupe transversale pratiquée à la base de la gaine dans la région bulbillifère rencontre deux catégories de faisceaux; plus rapprochés de la face interne que de la face externe, des *faisceaux foliaires* toujours normalement orientés, complètement individualisés, disposés sur plusieurs rangs; vers le milieu de l'épaisseur de la gaine, des *faisceaux bulbillaires* à orientation variable, provenant de la fusion de plusieurs faisceaux issus des bulbilles. Les schémas des figures 64 et 65, pl. V, résument les observations qui précèdent. Une coupe faite à égale distance entre le niveau de la coupe dont il vient d'être question et celui de l'insertion de la bulbille primordiale ne diffère qu'en ce que les faisceaux bulbillaires sont moins anastomosés entre eux et en ce qu'ils sont souvent disposés en petits groupes de deux ou de trois, sortes de stèles ressemblant un peu à celles du cladode de *Xylophylla* (fig. 66, pl. V).

Par ce qui précède, on remarquera aussi que les faisceaux bulbillaires se rendent dans les bulbilles suivant un mode qui ressemble beaucoup à la décussation des faisceaux foliaires dans les tiges monocotylées (fig. 65).

Il est à noter que fréquemment la bulbille primordiale avorte en ne laissant d'autres traces que le système de faisceaux qui lui était destiné, système qui n'arrive pas alors à la périphérie et

dont les éléments se terminent en pointe libre à divers niveaux. Dans ce cas, les bulbilles développées révèlent extérieurement leur origine subséquente par le niveau inférieur où elles sont insérées sur la gaine âgée.

B. — Genèse des bulbilles.

L'entre-nœud étant l'intervalle qui sépare deux feuilles consécutives, cette région est réduite à si peu de chose dans le plateau de l'*Ornithogalum caudatum*, que l'on ne conçoit guère la possibilité pour des organes axillaires de s'y développer. Il en est ainsi cependant des bulbilles normales; mais pour le comprendre, il ne faut pas perdre de vue qu'elles s'organisent à un moment où les gaines qui les emboitent sont loin d'être aussi épaisses qu'elles le seront en définitive et qu'elles ne comblent pas encore l'espace internodal. Quand la gaine qui la portera a environ 3 centimètres de diamètre, la première bulbille apparait comme un petit mamelon méristématique situé en face du faisceau M de la feuille précédente (*Mutterblatt* des auteurs allemands) Bientôt, par suite du développement basilaire plus actif de la gaine supérieure plus jeune, celle-ci empiète sur l'espace internodal en entraînant sur son dos, en quelque sorte, le mamelon qui s'entourne en même temps d'un bourrelet circulaire un peu oblique, ébauche de la première gaine de la bulbille future. Celle-ci s'organise de plus en plus, tout en s'élevant davantage, entraînée qu'elle est par l'accroissement basilaire de la gaine; le premier bourrelet circulaire est, en effet, bientôt suivi d'un second en ordre acropète, et celui-ci d'un troisième. A ce moment, la jeune bulbille se trouve déjà à une hauteur de 4 millimètres sur la gaine et les faisceaux commencent à s'y différencier. Deux autres mamelons apparaissent alors simultanément et côte à côte à la base de la gaine et sont aussitôt entraînés aussi pendant que le premier continue son ascension, et c'est ainsi que, normalement, apparaissent ensuite deux troisièmes, deux quatrièmes, etc., bulbilles, toujours à la base de la même gaine.

C. — Parcours des faisceaux dans les premières gaines des bulbilles.

C'est en étudiant les coupes successives dans de très jeunes bulbilles que l'on se rend le mieux compte de la façon dont les trois faisceaux bulbillaires issus de la gaine bulbillifère se comportent pour vasculariser les différents organes composant une bulbille.

Nous venons de voir que les bulbilles présentent une forme biconvexe. Il en résulte que la première gaine est bicarénée (fig. 67, pl. V), les suivantes présentant ce caractère de moins en moins prononcé. Le faisceau bulbillaire isolé se bifurque; une des branches reste dans l'axe de la bulbille, l'autre se rend dans la carène la plus rapprochée. Cette branche-ci se bifurque aussitôt à son tour; la partie la plus importante va occuper la carène qu'elle longe désormais, c'est le faisceau M; l'autre partie, très grêle, est un faisceau L qui va prendre dans la partie postérieure de la gaine une position telle qu'il occupera plus haut l'un des bords du court limbe. Pendant ce temps, les deux autres faisceaux bulbillaires s'écartent l'un de l'autre, puis chacun d'eux se bifurque également, l'une des branches de chaque bifurcation passant de même dans la gaine, l'autre branche restant dans l'axe de la bulbille. L'un de ces faisceaux bulbillaires fournit ainsi le second faisceau L qui, en se rendant dans l'autre carène, envoie aussi un faisceau plus grêle dans la partie postérieure; c'est un faisceau *m* qui occupera plus haut l'autre bord du limbe. L'autre faisceau bulbillaire fournit de la même façon un faisceau *i* qui va se placer au milieu de la partie antérieure de la gaine. Entre ce faisceau *i* et le faisceau M, ce dernier détache bientôt un faisceau *i'*, et dans la partie supérieure de la gaine, un faisceau *i'* apparaît, entre *i'* et le faisceau L de la carène, aux dépens de ce dernier. Par conséquent, à la base du limbe, il y a sept faisceaux (fig. 67) :

LM*i'i i'*L*m*.

Tous ces faisceaux se terminent en pointe libre : d'abord le i' près du M; à la limite supérieure du limbe, l'autre i'; le L près du M et le m; enfin, près du sommet de l'*acumen* rudimentaire les M, i et le second L.

La course des faisceaux qui vient d'être décrite est celle qu'on peut observer dans une première gaine de bulbille jeune. Plus tard, un petit nombre de faisceaux s'intercaleront entre les anciens; c'est un i'' entre M et i' (fig. 68, pl. V), un i'' et parfois un i''' entre i' et L, rarement un i'' entre i et l'un des i', plus rarement encore un nouveau i entre L du côté postérieur et M ou m' entre L de la carène et m. De rares anastomoses s'étendront enfin horizontalement entre ces faisceaux.

Tous ces faisceaux ne présentent pas l'importance que semble devoir comporter leur qualité. Ainsi le L du bord n'est pas plus gros que le m; par contre, le i est presque aussi fort que le M ou que l'autre L. Non prévenu, l'observateur d'une coupe représentée par la figure 67 l'interpréterait tout autrement, comme suit :

$$m\,L\,i\,M\,i\,L\,m.$$

La figure 70, pl. V, résume la description qui précède.

La feuille suivante, réduite à sa gaine aussi, présente sensiblement les mêmes caractères que la première gaine : grande inégalité des deux moitiés de la feuille; répartition inégale des faisceaux de part et d'autre du médian M; terminaison des faisceaux en pointe libre. Ce dernier trait se répète d'ailleurs dans toutes les feuilles réduites à leur gaine qui suivent; de même le premier; quant au deuxième caractère, il tend à disparaître dès la troisième ou la quatrième feuille; mais, comme nous l'avons vu, il ne le fait jamais d'une façon absolue, pas plus que le premier. Remarquons aussi que le nombre des faisceaux augmente d'une gaine à l'autre plus interne.

La disposition insolite des faisceaux dans les premières gaines des bulbilles, lesquelles accusent une si grande inégalité des deux moitiés de la feuille, résulte de la compression que subissent les bulbilles dès leur apparition. Un fait analogue a d'ailleurs déjà été mis en lumière pour la préfeuille des bour-

geons axillaires dans le *Tradescantia* par M. Gravis (**15**, p. 161). Ce savant professeur a également constaté, pour le même organe, la terminaison libre des faisceaux. La première gaine des bulbilles n'est autre chose qu'une préfeuille; elle en remplit, au surplus, les fonctions.

D. — Histologie.

Les caractères histologiques des gaines des bulbilles sont ceux des gaines des feuilles végétatives ordinaires, avec cette restriction que plus elles sont situées à l'extérieur, moins leur parenchyme tend à s'hypertrophier et moins aussi il renferme d'amidon. Ainsi la première gaine, notamment, n'est souvent composée, sauf aux carènes, que de cinq assises cellulaires : une assise pour chacun des deux épidermes et des trois mésophylles. Dans les cellules de ce dernier, on trouve très peu d'amidon (fig. 69, pl. V). La deuxième gaine présente de sept à neuf assises et l'amidon y est plus abondant. La troisième offre déjà tous les caractères d'un organe de dépôt pour l'amidon.

Des stomates ne se trouvent qu'à l'épiderme externe, dans la partie supérieure des gaines.

Historique.

En résumé, les bulbilles normales me paraissent être simplement des bourgeons axillaires qui, organisés à leur emplacement normal, sont, par suite d'un manque de place et d'une activité génératrice particulièrement intense du méristème basilaire de la feuille suivante, entraînés le long de la face externe postérieure de la gaine de cette feuille et séparés de leur feuille mère (*Mutterblatt*). La disposition collatérale des faisceaux bulbillaires permet de croire que ce sont des bourgeons axillaires collatéraux analogues à ceux des *Muscari botryoides*, figurés par Van Tieghem (**57**, p. 243, fig. 85), dont la disposition échelonnée s'explique par leur apparition successive et aussi par la place restreinte qu'il leur est permis d'occuper; on peut aussi les

comparer aux bourgeons superposés comme on en trouve dans les Juglandées. D'autre part, ces bulbilles sont en tous points comparables aux caïeux pédicellés que Th. Irmisch (**18**) a si bien décrits et figurés dans certaines espèces du genre *Allium* (*A. vineale* L., p. 10, pl. II, fig. 6, 7 et 8, *A. rotundum* L., p. 14, pl. II, fig. 19, et *A. Scorodoprasum* L., p. 13, pl. II, fig. 17). Cette analogie est d'autant plus frappante que, dans cette dernière espèce, l'auteur dit que les pédicelles des caïeux sont habituellement concrescents en une lame rubanée et que le dessin correspondant à cette description (pl. II, fig. 17) montre les caïeux disposés sur cette lame identiquement comme les bulbilles de l'*Ornithogalum caudatum* sur la gaine. On peut donc dire que, dans notre espèce, la concrescence est poussée plus loin encore et qu'elle frappe en même temps les pédicelles des bulbilles et la gaine de la feuille suivante. La manière d'être des bulbilles pédicellés dans les *Allium* est aussi décrite par E. Germain de Saint-Pierre (**11**, p. 165). Je n'ai pu contrôler les observations de cet auteur au point de vue de la valeur morphologique des pédicelles; mais son opinion qu'il s'agirait là de gaines foliaires allongées cylindriquement me paraît fort contestable. Il y a tout lieu de croire au contraire que chaque pédicelle est le premier entre-nœud très allongé de la bulbille qu'il porte à son sommet.

§ 2. — BULBILLES ADVENTIVES.

J'appelle ainsi les bulbilles de la deuxième sorte qui peuvent, dans certaines circonstances, prendre naissance sur des morceaux de gaine détachés de la plante adulte, fait analogue à celui bien connu qui se passe dans d'autres plantes : *Streptocarpus*, *Bryophyllum*, *Cardamine*, *Lilium*, *Hyacinthus*, *Atherurus*, etc.

I. — *CARACTÈRES EXTÉRIEURS ET CONDITIONS DE FORMATION.*

Quelques morceaux de gaines charnues ayant été abandonnés, en été, sur une table du laboratoire, afin de les soumettre à la

macération après leur dessiccation, certains d'entre eux montrèrent, après quatre ou cinq mois, des bulbilles adventives, coniques, un peu moins grosses, mais plus allongées que les bulbilles normales, insérées le long d'un des bords sectionnés. On sait qu'un phénomène semblable, dont l'horticulture a tiré profit, se présente, indépendamment de ceux cités plus haut, dans les genres *Begonia*, *Gloxinia*, *Maclura*, *Peperomia*, *Achimenes*, *Marattia*. Mis dans des conditions convenables d'humidité et d'obscurité, des morceaux de feuilles de ces plantes reproduisent, après un certain temps, de nouveaux individus.

Rappelons pour mémoire que Turpin (**55**, p. 5) a observé le même fait dans l'*Ornithogalum thyrsoides* H. K.; mais il serait oiseux de formuler une critique de son mémoire qui s'inspire des idées de l'époque au point de vue anatomique.

Étant donnée la faculté que présentent des morceaux de gaine de former des bulbilles adventives, dans notre espèce, il me parut intéressant de procéder à quelques expériences à ce sujet. Il en résulte : 1° que des gaines sectionnées, en hiver, ne donnent pas de bulbilles; ce n'est qu'au printemps et en été qu'on obtient ce résultat; 2° les gaines trop jeunes ou trop âgées se dessèchent sans produire ces corps reproducteurs; il faut pour cela s'adresser à des gaines présentant des bulbilles normales incomplètement développées; 3° dans une atmosphère suffisamment humide et à la lumière diffuse ou à l'obscurité, de nombreux rudiments de bulbilles se produisent *du côté de l'épiderme interne* et le long des bords transversaux basilaires seulement des morceaux, soit que ceux-ci proviennent de la partie antérieure ou de la partie postérieure de la gaine; le long des bords longitudinaux et du bord transversal distal, ainsi que sur les blessures faites au milieu d'un morceau, il ne se produit aucune bulbille. De tous ces rudiments, quelques-uns seulement arrivent à complet développement.

II. — *ANATOMIE.*

A. — Insertion et genèse.

Les tissus de ces bulbilles adventives ne sont pas en continuité anatomique avec ceux de la partie de plante sur laquelle elles naissent, comme c'est le cas pour les bulbilles normales.

Les bulbilles adventives s'organisent uniquement aux dépens de l'épiderme interne; une cellule de cette assise se divise par une cloison tangentielle, suivie bientôt dans cette voie par cinq, six cellules collatérales et davantage encore (fig. 71, pl. V). A ce premier cloisonnement en succèdent d'autres dans le même sens, jusqu'à ce qu'un mamelon d'une certaine dimension se montre au jour (fig. 72, pl. V). A partir de ce moment, le tissu constituant le mamelon se transforme en un véritable méristème, et l'on se trouve alors en présence d'un mamelon méristématique semblable à celui qui prend normalement naissance à l'aisselle des gaines charnues dans un bulbe. Les bourrelets successifs se forment ici comme dans la bulbille normale, leur obliquité étant alternativement dirigée vers l'une et l'autre face de la bulbille, et le développement ultérieur est à peu près le même. Seulement, comme aucune compression n'a lieu, la forme générale de la bulbille et celle de ses gaines diffèrent, comme je l'ai indiqué plus haut, des formes des parties correspondantes de la bulbille normale.

En même temps que les cellules épidermiques, les cellules de l'assise hypodermique du mésophylle interne se cloisonnent aussi tangentiellement, mais un petit nombre de fois seulement.

Les mamelons naissant ordinairement côte à côte, il se produit toujours une légère concrescence à leur base; il s'ensuit qu'ils semblent naître tous d'une bande méristématique commune, tels des ovules d'un carpelle multiovulé le long du placenta. Et, en effet, les choses se passent à peu près comme s'il en était ainsi. A un moment donné, on voit apparaître en dessous de chacun des mamelons, dans la bande méristématique, un massif

libéroligneux ou tout au moins procambial; chaque massif est une ramification d'un cordon libéroligneux, à trachées courtes, qui s'étend le long de la limite profonde de la bande méristématique, suivant la zone formée par le nouveau tissu provenant du recloisonnement de l'assise hypodermique du mésophylle interne. Ce cordon libéroligneux est lui-même parfois relié avec les faisceaux de la feuille mère par des anastomoses restant longtemps non différenciées (fig. 73, pl. V).

Les bulbilles adventives sont donc bien en rapports vasculaires avec la feuille mère. On ne saurait le concevoir autrement, attendu qu'elles tirent de cette dernière leurs moyens de subsistance jusqu'au moment où elles sont aptes à végéter pour leur propre compte; il se produit alors un tissu subéreux dans la région de l'hypoderme recloisonné de la gaine mère, tandis que des racines surgissent aux premiers nœuds des bulbilles. Le fragment de gaine peut maintenant se dessécher; la bulbille est organisée de manière à pouvoir attendre, s'il le faut, un an et même davantage des conditions favorables pour végéter et reproduire une plante complète; ce résultat est ordinairement atteint en moins de deux ans depuis sa mise en végétation.

Une bulbille apte à végéter isolément (fig. 74, pl. V) est composée de cinq ou six feuilles, dont la plus interne n'est encore qu'à l'état de simple mamelon. Celle située tout à fait à l'extérieur, c'est-à-dire la première feuille ou préfeuille, se présente tantôt sous forme d'une gaine cylindrique complètement close, largement ouverte au sommet, ou bien d'une gaine en forme d'écaille non engainante à la base. En aucun cas, l'*acumen* n'est indiqué, et, dans le premier, le limbe même n'est guère représenté que par une très légère surélévation, d'un côté, du bord de l'espèce de cupule que forme alors cette préfeuille (fig. 74, pl. V); dans le second cas, la préfeuille a la forme d'une cuiller très obtuse (fig. 75, pl. V).

Quelle que soit la forme de la préfeuille, sa disposition phyllotaxique est un peu variable, mais loin d'être distique par rapport à la feuille 2; elle fait avec celle-ci un angle de 45° en moyenne; il est souvent un peu moindre, rarement beaucoup

plus grand. Entre les feuilles 2, 3 et les feuilles suivantes, la disposition distique tend à se rétablir; cependant elle n'est jamais parfaite, pas plus d'ailleurs que dans les autres espèces de pousses étudiées antérieurement (fig. 76).

Fig. 76. — Coupe transversale dans une bubille adventive.

Fig. 77. — Parcours des faisceaux dans la préfeuille d'une bulbille adventive.

Le plan d'insertion est oblique par rapport à l'axe de la bulbille ; le plan de symétrie commun des feuilles supposées parfaitement distiques est perpendiculaire au sens de l'obliquité du plan d'insertion ; il en résulte que l'une des moitiés de chaque feuille se dégage avant l'autre et est plus grande que celle-ci.

B. — Parcours des faisceaux dans les premières gaines.

Dans une préfeuille écailleuse, les faisceaux provenant directement de la base sont généralement au nombre de douze, que l'on peut considérer comme composant la formule :

$$m''m'm\;m'\mathrm{L}\,\mathrm{M}\,\mathrm{L}\;m'm\;m'm''m'''.$$

Mais à comparer la figure 77 avec la figure 40, planche IV, on est frappé de la ressemblance qu'offrent les parcours des faisceaux dans le cotylédon et dans la préfeuille d'une bulbille adventive.

La principale différence entre ces deux parcours réside en ce

que les faisceaux de la préfeuille sont en plus grand nombre et qu'ils sont presque tous terminés en pointe libre; on aperçoit aussi quelques rares anastomoses entre eux. Naturellement aussi, plus les faisceaux sont rapprochés des bords, plus leur trajet est court.

C'est ce dernier caractère qui permet le mieux de distinguer le parcours d'une préfeuille écailleuse de celui d'une préfeuille cupuliforme. Ici, tous les faisceaux arrivent presque à la même hauteur, mais ne sortent pas tous au même moment; en outre, leur nombre est parfois un peu plus élevé.

Les feuilles 2 et 3 possèdent une gaine close relativement longue, un court limbe, mais pas d'acumen. La disposition des faisceaux y est la même que dans la gaine d'une feuille végétative, c'est-à-dire que, de part et d'autre du faisceau M, les moitiés des feuilles sont inégales et renferment un plus ou moins grand nombre de faisceaux intermédiaires *i* et de faisceaux marginaux *m*. Les faisceaux principaux *m'm* L M L *m m'* se terminent en pointe libre. L'organisation des feuilles suivantes devient de plus en plus normale.

Quant aux caractères fournis par l'histologie, ils sont exactement les mêmes que ceux des bulbilles normales.



RÉSUMÉ

FEUILLE VÉGÉTATIVE LA PLUS COMPLÈTE.

La feuille végétative de l'*Ornithogalum caudatum* présente trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. Bien que différentes quant à leur forme et quant à leurs fonctions, il n'existe pas de limite anatomique entre ces trois parties ; les faisceaux principaux passent de l'une à l'autre directement, sans subir d'anastomose. Toutes trois ont les nervures parallèles et mises en rapport entre elles par des anastomoses horizontales ou obliques. Tous les faisceaux que l'on trouve à la base du limbe sont déjà individualisés et même différenciés dès leur entrée dans la feuille ; ils traversent la gaine pour se rendre dans le limbe et l'*acumen*, parties où ils disparaissent successivement, à commencer par ceux d'ordre plus élevé. La gaine est, en outre, sillonnée par de nombreux faisceaux d'ordre très élevé, parallèles aux précédents, qui se différencient tardivement et qui ne s'étendent pas en dehors de la gaine. Enfin, dans la région de la gaine située en dessous du point de séparation des bords du limbe existe un groupe de faisceaux bulbillaires qui sortent par deux ou par trois dans les bulbilles.

Dans la gaine, les faisceaux principaux présentent à certain moment de leur évolution, entre le bois et le liber, une zone cambiale très nette ; mais elle est très fugace et ne donne lieu à aucune production libéroligneuse secondaire. Ce fait a d'ailleurs déjà été signalé dans d'autres Monocotylées.

Les divers tissus se retrouvent dans les différentes régions avec quelques modifications adaptationnelles : le mésophylle moyen, hypertrophié dans la gaine, y devient un tissu de dépôt

de substances alimentaires; il se réduit à cinq ou six assises dans le limbe où il joue un rôle aquifère; il remplit le même rôle sous forme de moelle centrale dans l'*acumen*, où sa mort précède celle de cet organe tout entier.

Le mésophylle externe, dans la gaine, se confond plus ou moins avec le précédent dans le rôle de tissu de dépôt; il devient nettement chlorophyllien dans le limbe, avec assise externe palissadique, et se continue comme tel dans l'*acumen* qu'il entoure complètement.

Le mésophylle interne subit les mêmes modifications que le mésophylle externe, abstraction faite de l'assise palissadique; seulement dans l'*acumen*, il perd sa chlorophylle, se réduit à quelques cellules qui se recloisonnent deux fois et se confondent avec le mésophylle moyen pour former la moelle centrale.

Quant aux épidermes, l'épiderme externe forme une assise de cellules qui revêt toute la face externe de la gaine et du limbe et qui encapuchonne en quelque sorte l'*acumen*. L'épiderme interne s'étend de même sur toute la face interne de la gaine et du limbe, et les dernières traces s'en évanouissent à l'extrême sommet du sinus à la base de l'*acumen*. Celui-ci résulte d'une augmentation de l'épaisseur des mésophylles avec réduction puis disparition de la face interne, ce qui entraîne le rapprochement des faisceaux marginaux extrêmes en face des autres faisceaux.

Les deux épidermes présentent des stomates en proportions peu différentes. Jamais de poils.

BRACTÉES.

Les bractées sont des feuilles ayant subi un développement incomplet; l'*acumen* y est à peine représenté; la gaine ne s'y forme jamais ; seul, le limbe s'y développe quelque peu. Les trois ou quatre petits faisceaux qui y pénètrent se terminent en pointe libre et ne sont jamais reliés par des anastomoses; le médian seul s'étend jusque dans l'*acumen*.

PLANTULES.

Cotylédon. — C'est ici un organe dans lequel les caractères d'une feuille sont beaucoup plus reconnaissables que dans l'organe homologue de toute autre Monocotylée. Il comprend trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. Le limbe est insignifiant, puisqu'il est restreint à la région qui correspond à la fente cotylédonnaire, réduite elle-même au calibre strictement nécessaire pour livrer passage aux premières feuilles de la plantule; le suçoir n'est que l'extrémité de l'*acumen* et ne s'en distingue que par sa situation incluse dans l'albumen et par son rôle physiologique. Mais la gaine et l'*acumen* offrent, toute proportion gardée, la même structure que dans la feuille végétative. Dans la gaine, l'analogie est d'autant plus grande qu'il y existe sept faisceaux, nombre relativement considérable pour un cotylédon; néanmoins ce sont les faisceaux latéraux LL qui sont là les plus importants. L'*acumen* présente mieux les caractères cotylédonnaires, en ce qu'il n'est parcouru que par les deux faisceaux LL.

Premières feuilles de la plantule. — Elles établissent la transition du cotylédon vers les feuilles végétatives. Sauf le suçoir absent, les régions y sont représentées dans les mêmes proportions, avec la même structure. Les faisceaux foliaires y deviennent de plus en plus nombreux, 11, 18, 27, ..., auxquels viennent s'ajouter dans la gaine des faisceaux d'ordre très élevé et d'apparition tardive. Le faisceau médian M y est toujours le plus important et s'élève jusqu'à l'extrémité de l'*acumen* en dépassant plus ou moins les latéraux L.

POUSSE AXILLAIRE VÉGÉTATIVE.

Elle procède d'un bourgeon axillaire unique qui s'est développé de suite en restant inséré sur le plateau, fait qui se produit rarement; elle comprend quelques feuilles, dont il convient de distinguer la première sous le nom de préfeuille. Toutes ces

feuilles sont des organes élaborateurs; la gaine y est insignifiante et ne produit pas de bulbe; le limbe, au contraire, est bien développé; l'*acumen*, presque nul dans la préfeuille, devient plus important dans les feuilles suivantes; elles ont toutes le limbe plus ou moins bicaréné, ce qui provient de la grande compression antéro-postérieure que subit la pousse pendant son développement, et qui résulte de l'emboîtement des gaines entre lesquelles elle naît. Ce caractère est très accentué dans la préfeuille, où il existe deux fortes saillies longitudinales correspondant aux carènes et produites par un recloisonnement local du mésophylle externe.

Le trajet des faisceaux présente la même allure que dans la feuille végétative, eu égard aux régions que comportent les feuilles de la pousse axillaire. La terminaison en pointe libre des faisceaux marginaux extrêmes dans la préfeuille accuse un arrêt dans le développement de cet organe.

Au point de vue de l'histologie, il y a concordance parfaite avec la feuille végétative. Seulement la gaine, lorsqu'elle existe, ne montre aucune hypertrophie des mésophylles; par contre, dans la gaine et dans le limbe de la préfeuille, il faut tenir compte du recloisonnement du mésophylle externe à l'endroit des deux saillies carénales.

Des boucles ligneuses contournant, à certains niveaux, la partie ligneuse des faisceaux foliaires, semblent constituer une particularité singulière propre aux feuilles de la pousse axillaire végétative.

BULBILLES NORMALES.

Ce sont de petits bulbes de la grosseur et de la forme d'une noisette, mais légèrement comprimés dans le sens antéro-postérieur, renfermant une demi-douzaine de feuilles réduites, pour ainsi dire, à leur gaine; car le limbe n'y est représenté, comme dans le cotylédon, que par une fente, l'*acumen* par une protubérance apicale qui s'accentue avec l'ordre d'apparition de ces organes; ceux-ci enveloppent à leur tour deux ou trois feuilles

végétatives en voie de formation. Ces dernières se distinguent par leur *acumen* plus long, mais surtout par un accroissement intercalaire considérable de la région de la fente au-dessus de la gaine close, région qui devient un limbe très long et aplani.

On sera frappé de la ressemblance des premières feuilles des bulbilles à limbe rudimentaire avec le cotylédon, tandis que les feuilles suivantes ressemblent entièrement aux feuilles normales de la plante adulte.

Les bulbilles sont insérées, à la face externe de la gaine, en une rangée verticale non tout à fait diamétralement opposée au faisceau médian de celle-ci; elles y ont pris naissance successivement en ordre basipète. En réalité, ce sont des bourgeons axillaires superposés comme ceux du Noyer; mais au lieu d'être échelonnés comme là le long d'un entre-nœud bien développé de la tige, ils sont étagés sur la gaine de la feuille suivante, l'entre-nœud intermédiaire étant quasiment nul.

On peut considérer aussi les bulbilles de l'*Ornithogalum caudatum* comme des bourgeons axillaires pédicellés, semblables à ceux que l'on trouve dans les *Allium vineale* et *Scorodoprasum*, mais à pédicelles concrescents non seulement entre eux, mais aussi avec la gaine suivante. Ces deux interprétations ne s'excluent d'ailleurs nullement; de part et d'autre, il s'agit, en effet, de bourgeons axillaires multiples.

La structure histologique des gaines auxquelles sont réduites les premières feuilles des bulbilles répond entièrement à celle des gaines des feuilles végétatives; il en est de même de la disposition et du trajet des faisceaux. Seulement, dans la première de ces gaines ou préfeuille, l'hypertrophie des mésophylles n'est jamais considérable, il s'y développe peu d'amidon, les faisceaux y sont peu nombreux, il n'y a pas de faisceaux propres à la gaine — tous caractères qu'on a rencontrés aussi dans le cotylédon — et les deux moitiés de la préfeuille sont très inégales; ces caractères de la préfeuille s'effacent peu à peu dans les gaines suivantes pour faire place aux caractères des gaines de feuilles végétatives.

Dans tous ces organes, les faisceaux principaux se terminent

en pointe libre, ce qui semble indiquer qu'ils ont subi un arrêt dans leur développement.

BULBILLES ADVENTIVES.

Les bulbilles adventives se développent sur *tous* les morceaux indistinctement des gaines adultes de feuilles végétatives (ce qui dénote bien leur caractère adventif) ; mais elles ne naissent que sur les bords basilaires de ces morceaux, ce qui trahit nettement une polarité ; enfin il est à remarquer qu'elles se développent uniquement à la face interne tout le long de la section. Tout l'épiderme interne s'est recloisonné et constitue de la sorte une bande de tissu méristématique analogue au placenta des ovaires. Sur cette bande s'élèvent côte à côte des mamelons méristématiques qui sont les futurs plateaux et qui bientôt produisent autour de chacun d'eux des bourrelets circulaires, ébauches des premières feuilles. En même temps apparait, dans la partie profonde de la bande, un massif libéroligneux qui s'étend, suivant toute la longueur de la bande, comme un faisceau placentaire et qui, comme lui, envoie des branches dans chacun des mamelons en voie de développement. Il arrive parfois que ces branches soient reliées par des anastomoses aux nervures de la feuille mère, mais ce n'est pas toujours le cas, et on peut dire que ces bourgeons adventifs naissent indépendamment de ces nervures.

Ces bulbilles ont la même constitution et presque la même grosseur que les bulbilles normales ; seulement, n'étant jamais gênées dans leur développement, elles sont coniques. La première gaine a la forme d'une cupule à bord un peu plus élevé d'un côté, ou celle d'une cupule à bord très bas d'un côté et très élevé, au contraire, de l'autre, Dans les deux cas, elle ne s'élève guère au delà de la moitié de la bulbille, comme la primine d'un ovule orthotrope incomplètement développé, et l'angle de divergence qu'elle forme avec la feuille suivante est insolite : 45° ; mais à partir de celle-ci, l'ordre distique réapparait. La deuxième feuille est aussi réduite à la gaine en forme de

cupule plus longue que la précédente et à bord beaucoup plus élevé du côté du faisceau médian M, formant une sorte de limbe, mais rien encore qui éveille l'idée d'un *acumen*; dans la troisième, celui-ci est rudimentaire. Ces trois feuilles ont manifestement subi un arrêt de développement; les faisceaux s'y terminent en pointe libre, tous dans les deux premières, les principaux dans la troisième. Les feuilles suivantes ont une organisation de plus en plus complète.

Quant à l'histologie des bulbilles adventives, elle est la reproduction exacte de ce que nous avons vu dans les bulbilles normales.

CONCLUSIONS

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont abouti à des résultats dont quelques-uns méritent d'être mis en évidence.

1. — Au point de vue de l'origine, on peut distinguer quatre sortes de pousses dans l'*Ornithogalum caudatum*, non compris la pousse florifère : celles provenant 1° d'une germination de graine ; 2° du développement d'une bulbille normale ; 3° de celui d'une bulbille adventive ; 4° du bourgeon axillaire non bulbilliforme. Les trois premières sont capables de se développer en plante adulte : ce sont des pousses propagatrices. La quatrième n'apparait que rarement sur la plante adulte et ne fait que contribuer, semble-t il, à élaborer les matériaux de réserve nécessaires au bulbe mère et peut-être à fleurir l'année suivante. Dans toutes ces pousses jeunes, les appendices foliaires se montrent disposés suivant un ordre distique imparfait, toujours le même. Il en résulte que l'examen d'une plante adulte ne permet pas de déceler son origine.

2. — Dans l'*Ornithogalum caudatum*, toutes les feuilles comportent essentiellement trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen*. La gaine reste close. Le limbe, dans sa première jeunesse, est extrêmement court et enroulé sur lui-même, ses bords se couvrant l'un l'autre ; à l'état de vernation, cette disposition se maintient tandis que se produit l'accroissement intercalaire ; enfin, à l'état adulte, le limbe est très long et aplani. L'*acumen* prolonge le limbe et résulte d'une augmentation en épaisseur des mésophylles avec réduction, puis disparition, de la face interne ; les faisceaux marginaux extrêmes se rapprochent et se disposent en une ellipse ; l'organe, dès lors, devient massif.

3. — Le cotylédon présente également trois régions : la gaine, le limbe et l'*acumen* conservent durant toute la vie du cotylédon les proportions relatives qui caractérisent la feuille jeune. C'est

ainsi que, dans le cotylédon, le limbe est pour ainsi dire méconnaissable, puisqu'il n'est représenté que par la région de la fente cotylédonnaire. Dès lors, l'*acumen* du cotylédon de l'*Ornithogalum* ne représente nullement un pétiole, comme on l'a admis pour d'autres Monocotylées, ni un limbe comme M. Van Tieghem (**56**, p. 271) l'admet pour les genres *Allium*, *Lilium*, *Juncus* et *Asphodelus*.

Quant au suçoir de l'*Ornithogalum*, il n'est que l'extrémité de l'*acumen* et ne peut, par conséquent, être homologué au limbe du cotylédon, comme M. Van Tieghem (**57**, p. 947) le fait pour les Palmiers.

4. — Si la conception précédente est exacte, elle aura pour conséquence de faire admettre que l'organe désigné sous le nom de limbe dans les feuilles de Liliacées, Amaryllidées, etc., n'est pas l'homologue du limbe des Aroïdées, des Palmiers et, en général, des Monocotylées à feuilles nettement pétiolées.

5. — Le cotylédon est parcouru par sept faisceaux, ce qui est un nombre relativement élevé. Beaucoup de cotylédons étroits de Liliacées ne possèdent que deux faisceaux. De ces sept faisceaux, deux beaucoup plus forts que les autres s'étendent de la base au sommet; ils ont été considérés dans ce travail comme étant des faisceaux latéraux (L). Entre ces deux, il existe un faisceau qui, bien que grêle et court, semble être un faisceau médian (M). Cette nomenclature concorde avec l'idée que le cotylédon des Monocotylées est l'homologue d'une seule feuille. Si, plus tard, on doit admettre que ce cotylédon représente deux cotylédons concrescents, il faudra supposer deux faisceaux médians (ceux désignés ici par L) et un faisceau double provenant de la fusion de deux marginaux (celui que j'ai dénommé M). Je pense que cette question de la valeur morphologique du cotylédon unique des Monocotylées ne peut être tranchée par l'examen d'un seul cas, si démonstratif qu'on puisse le supposer.

6. — L'une des trois régions de la feuille ne fait totalement défaut que dans quelques appendices : la gaine aux bractées, le limbe et l'*acumen* aux premières gaines des bulbilles adventives.

7. — Sauf dans les pousses axillaires végétatives, la gaine a toujours une tendance à hypertrophier son parenchyme, qui devient un tissu de dépôt de réserves alimentaires. Le limbe concourt à l'assimilation du carbone, sauf dans le cotylédon, les premières feuilles de la plantule et les premiers appendices des bulbilles normales et adventives. L'*acumen*, malgré sa forme à peu près cylindrique, est également un organe d'assimilation; il remplace le limbe partout où celui-ci n'est pas en état d'élaborer. C'est le cas du cotylédon et des premières feuilles de la plantule; c'est le cas aussi de toutes les feuilles durant les premières phases de leur développement (voir p. 3).

8. — Le développement des tissus d'une feuille se fait aux dépens de trois histogènes, ainsi que l'a montré M. le professeur Gravis pour le *Tradescantia virginica*. Il en résulte l'existence de trois mésophylles distincts, reconnaissables à leurs propriétés histogéniques; le mésophylle moyen, notamment, semble seul capable de produire des faisceaux libéroligneux; ces faits se vérifient dans l'*Ornithogalum caudatum*.

9. — Dans le limbe et dans l'*acumen*, les fonctions aquifères sont confiées aux épidermes et au mésophylle moyen.

10. — Les cellules épidermiques ne renferment jamais, semble-t-il, d'amidon soluble, ainsi que Schenk et Nägeli l'ont trouvé dans d'autres espèces d'*Ornithogalum*.

11. — Les deux moitiés des feuilles d'*Ornithogalum caudatum* ne sont jamais rigoureusement égales. L'inégalité favorise indifféremment l'une ou l'autre moitié suivant les feuilles, en observant toujours une certaine alternance entre feuilles d'une même pousse. Cette asymétrie est liée à l'imperfection de la disposition distique des appendices.

12. — On peut grouper les faisceaux de la feuille d'*Ornithogalum caudatum* en trois catégories : les faisceaux foliaires, qui s'étendent dans toute la longueur des feuilles et pénètrent dans la tige; les faisceaux d'ordre très élevé, propres à la gaine foliaire; les faisceaux bulbillaires qui, issus des bulbilles, traversent une partie de la gaine foliaire bulbifère pour pénétrer finalement dans la tige.

13. — Dans l'aisselle de chaque feuille se trouve un bourgeon. Rarement il est unique et se développe de suite en une pousse végétative insérée normalement, c'est-à-dire dans l'angle entre la tige et la gaine de la feuille mère. Le plus souvent, il y a plusieurs bourgeons transformés en bulbilles concrescentes à la gaine de la feuille suivante, et insérés à diverses hauteurs.

14. — Les bulbilles normales ne sont donc pas des productions adventives ou accidentelles. Ce sont des bourgeons axillaires collatéraux ou superposés qui, faute de place, ne peuvent s'échelonner le long d'un entre-nœud, comme dans les Juglandées, mais sont concrescents, comme il vient d'être dit. Les bulbilles normales peuvent aussi être comparées aux bulbilles pédicellées qu'Irmisch a décrites dans les *Allium vineale* et *Scorodoprasum;* mais leurs pédicelles, concrescents entre eux, sont, en outre, soudés à une gaine foliaire.

15. — Des bulbilles adventives sont susceptibles de se développer expérimentalement ou accidentellement sur des morceaux de gaines adultes. Elles n'apparaissent que sur les sections basales des morceaux, et ce aux dépens d'un recloisonnement actif de l'épiderme interne. Leur mode de formation présente une curieuse analogie avec celle d'ovules orthotropes.

16. — L'accroissement des feuilles de l'*Ornithogalum caudatum* est basipète; on explique ce fait en disant que la partie basilaire d'une feuille en voie de croissance étant très comprimée, la croissance et la différenciation des tissus y est fortement retardée, alors que la partie terminale, pouvant faire saillie par un orifice étroit, s'allonge sous forme d'un *acumen* long parfois de plusieurs décimètres.

17. — Quoi qu'il en soit, l'activité génératrice se fait sentir dans le parenchyme de la gaine foliaire pendant la plus grande partie de l'existence de celle-ci; elle s'y révèle par la formation, vers la périphérie du mésophylle, de faisceaux tardifs aux dépens de cloisonnements tangentiels épars, bien que nombreux. Ceux-ci sont comparables à ceux du périméristème générateur de parenchyme et de faisceaux qui existe à la périphérie des tiges de *Dracoena*, etc.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Andersson, S.**, Ueber die Entwickelung der primäre Gefässbundelsstränge der Monokotylen. (*Botan. Centralblatt,* 1889.)

2. **Baillon**, Traité de botanique médicale et pharmaceutique (Phanérogames). Paris, 1884.

3. **Baker, J. G.**, Revision of the Genera and Species of Scilleae and Chlorogaleae. (*Journ. Linn. Soc. Bot.,* t. XIII, 1873.)

4. **Curtis**'s Botanical Magazine, continued by John Sims. Londres, 1805.

5. **De Candolle, A.-P.**, Organographie végétale. Paris, 1827.

6. **Duchartre**, Éléments de botanique. Paris, 1885.

7. **Durand, Th.**, et **Schinz, H.**, Conspectus florae Africae, t. V. Bruxelles, 1895.

8. **Duvernoy, G.**, Untersuchungen über Keimung, Bau und Wachsthum der Monokotyledonen. Stuttgart, 1834.

9. **Ebeling, Max.**, Die Saugorgane bei der Keimung endospermhaltiger Samen. (*Flora,* 1885.)

10. **Gaudichaud, Ch.**, Recherches générales sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux. Paris, 1841.

11. **Germain de Saint-Pierre, E.**, Nouveau dictionnaire de botanique. Paris, 1870.

12. **Godfrin, J.**, Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen. (*Ann. sc. nat.,* 6e série, t. XIX, 1884.)

13. **Goebel, K.**, Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane. (*Schenk's Handbuch der Botanik,* Bd III, Heft 1. Breslau, 1884.)

14. **Goffart, J.**, Recherches sur l'anatomie des feuilles dans les Renonculacées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége,* 3e série, t. III et IV, 1901-1902, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége,* vol. III, 1901.)

15. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. (*Mém. couronnés et mém. des savants étrangers publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. LVII, 1898.)

16. **Gravis, A.**, et **Donceel, P.**, Anatomie comparée du *Chlorophytum elatum* et du *Tradescantia virginica*. (*Mém. de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3e série, t. II, 1900, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

17. **Guillaud**, Recherches sur l'anatomie comparée et le développement des tissus de la tige dans les Monocotylédones. (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. V, 1878.)

18. **Irmisch, Th.**, Zur Morphologie der monokotylische Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin, 1850.

19. **Jacquin**, Hortus botanicus Vindobonensis, t. I. Vienne, 1770.

20. **Jussieu, A. de**, Mémoire sur les embryons monocotylédonés. (*Ann. sc. nat.*, 2e série, t. XI, 1839.)

21. **Klebs, G.**, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Keimung. (*Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen*, Bd I. Leipzig, 1885.)

22. **Le Maoût** et **Decaisne**, Traité général de botanique. Paris, 1868.

23. **Lenfant, C.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées : Le genre *Delphinium*. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2e série, t. XIX, 1896, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

24. **Lewin, Maria**, Bidrag till hjertbladets anatomi hos monokotyledonerna. (*Bihang till K. svenska vet.-Akad. handlingar*, Bd XII, Afd. III, no 5, 1887.)

25. **Lonay, Hyac.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées: Structure des péricarpes et des spermodermes. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3e série, t. III, 1901, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. III, 1901.)

26. **Mansion, A.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Le genre *Thalictrum*. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2e série, t. XX, 1897, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

27. **Mercklin, C.-E. de,** Observations sur l'histoire du développement des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 3ᵉ série, t. VI, 1846.)

28. **Millardet, A.,** Sur l'anatomie et le développement du corps ligneux dans les genres *Yucca* et *Dracoena*. (*Mémoires de la Soc impér. des sciences nat. de Cherbourg*, t. XI, 1865.)

29. **Mirbel,** Nouvelles recherches sur les caractères anatomiques et physiologiques qui distinguent les plantes monocotylédones des plantes dicotylédones. (*Ann. du Museum*, t. XIII, 1809.)

30. **Mirbel,** Examen de la division des végétaux en endorhizes et exorhizes. (*Ann. du Museum*, t. XVI, 1810.)

31. **Mirbel,** Éléments de physiologie végétale et de botanique. Paris, 1815.

32. **Moebius,** Untersuchungen über die Stammanatomie einiger einheimischen Orchideen. (*Berichte der deutschen bot. Gesellschaft*, Bd IV, 1886.)

33. **Mohl, H. de,** Sur la formation des stomates. (*Ann. sc. nat.*, 2ᵉ série, t. XIII, 1840.)

34. **Nägeli, C.,** Ueber das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen. (*Beiträge z. wissensch. Botanik*, Heft 1, 1858.)

35. **Nägeli, C.,** Ueber das angebliche Vorkommen von gelöster oder formloser Stärke bei *Ornithogalum*. (*Ibid.*, Heft 2, 1860.)

36. **Naudin,** Résumé de quelques observations sur le développement des organes appendiculaires. (*Ann. sc. nat.*, 2ᵉ série, t. XVIII, 1842.)

37. **Queva, C.,** Sur un cas d'accroissement secondaire dans les faisceaux primaires d'une plante monocotylédonée. (*Association française pour l'avancement des sciences*, Congrès de Saint-Étienne, 1897.)

38. **Richard,** Analyse botanique des embryons endorhizes ou monocotylédonés et particulièrement celui des Graminées. (*Ann. du Museum*, t. XVII, 1811.)

39. **Rösseler, P.,** Das Dickenwachsthum und die Entwickelungsgeschichte der secundäre Gefässbündel bei den baumartigen Lilien. (*Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Botanik*, Bd XX, 1889.)

40. **Sachs, J.,** Ueber die Keimung des Saamens von *Allium Cepa*. (*Bot. Zeitung*, 1863.)

41. **Sachs, J.**, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. II. Auflage. Leipzig, 1887.

42. **Saint-Hilaire, A. de**, Leçons de botanique comprenant principalement la morphologie végétale. Paris, 1840.

43. **Sargant Ethel.** The origin of the seedleaf in Monocotyledons. (*The new Phytologist*, t. I, n° 5, 1902.)

44. **Schenk**, Ueber formlose Stärke. (*Bot. Zeitung*, 1857, p. 497.)

45. **Schenk**, Ueber formlose Stärke. (*Ibid.*, p. 555.)

46. **Schleiden**, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Leipzig, 1845.

47. **Schubert, A.**, Pflanzenkunde. Berlin, 1888.

48. **Steinheil, A.**, Observations sur le mode d'accroissement des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 2e série, t. VIII, 1837.)

49. **Sterckx, R.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Tribu des Clématidées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 2e série, t. XX, 1897, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1899.)

50. **Sterckx, R.**, Recherches anatomiques sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées. (*Mémoires de la Soc. roy. des sciences de Liége*, 3e série, t. II, 1900, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

51. **Thiselton Dyer**, Flora capensis, t. VI. Londres, 1897.

52. **Thunberg, C.**, Flora capensis, *édition Schultes*. Stuttgart, 1823.

53. **Tschirch, A.**, Physiologische Studien über die Samen, insbesondere die Saugorgane derselben. (*Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, vol. IX, 2e partie, 1891.)

54. **Tréoul, A.**, Mémoire sur la formation des feuilles. (*Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XX, 1853.)

55. **Turpin, P.-J.-Fr.**, Mémoire sur la possibilité d'obtenir un jour, à volonté, la reproduction d'un végétal phanérogame, etc. (*Ann. sc. nat.*, t. XXIII. Paris, 1823.)

56. **Van Tieghem, P.**, Observations anatomiques sur le cotylédon des Graminées. (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XV, 1872.)

57. **Van Tieghem, P.**, Traité de botanique, 2e édition. Paris, 1891.

PLANCHES

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

a.	*Acumen.*	L.	Faisceau latéral.
bu.	Bulbilles.	m.	Moyen.
chl.	Chlorophyllien.	*m.*	Faisceau marginal.
cot.	Cotylédon.	M.	Faisceau médian.
e.	Externe.	Més.	Mésophylle.
Ep.	Épiderme.	niv.	Niveau.
f. ou fig.	Figure.	R.	Racine.
F.	Feuille.	Ra.	Cellule à raphides.
g.	Gaine.	Sp.	Spermoderme.
i.	Interne.	st.	Stomate.
i.	Faisceau intermédiaire.	Su.	Suçoir.
inc.	Incolore.	Sub.	Suber.
l.	Limbe.		

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Feuille végétative.

Fig. 1. — Feuille végétative complète (p. 11).

Fig. 2. — Coupe transversale dans la gaine de la feuille précédente au niveau η (p. 13).

Fig. 3. — Coupe transversale au milieu de la région dorsale d'une gaine de 20 centimètres de circonférence, comprenant $^{1}/_{10}$ de celle-ci.

Fig. 4. — Partie de gaine âgée portant deux bulbilles (p. 16).

Fig. 5. — Coupe transversale de la précédente en dessous de l'insertion des bulbilles. Les faisceaux bulbillaires sont marqués d'un petit trait au dos (p. 16).

Fig. 6. — Coupe transversale au-dessus de l'insertion des bulbilles (p. 16).

Fig. 7. — Coupe transversale au niveau ζ de la feuille complète [base du limbe] (p. 17).

Fig. 8. — Voir planche II.

Fig. 9. — Coupe transversale dans le limbe d'une feuille très jeune [cf. fig. 61, pl. V] (p. 19).

Fig. 10. — Coupe transversale dans le limbe ayant moins de 1 centimètre de longueur d'une jeune feuille (p. 19).

Fig. 11. — Coupe transversale d'une gaine âgée; partie périphérique comprenant un petit faisceau (p. 20).

Fig. 12. — Voir planche II.

Fig. 13. — Détail de la figure 7; un petit faisceau m''' (p. 21).

Fig. 14. — Voir planche II.

Fig. 15. — Un stomate vu de face (p. 22).

Fig. 16. — Un faisceau m de la figure 2 (p. 23).

Pl. I

niv. α
niv. β
niv. γ
niv. δ
niv. ε
niv. ζ
niv. η
1 $\frac{1}{3}$

15 $\frac{115}{1}$

16 $\frac{147}{1}$

2 $\frac{5}{1}$

6 $\frac{5}{1}$

9 $\frac{55}{1}$

5 $\frac{5}{1}$

niv. f6
niv. fig. 5
4 $\frac{1}{3}$

3 $\frac{3}{1}$

7 $\frac{5}{1}$

Ep. e.

13 $\frac{83}{1}$

11 $\frac{73}{1}$

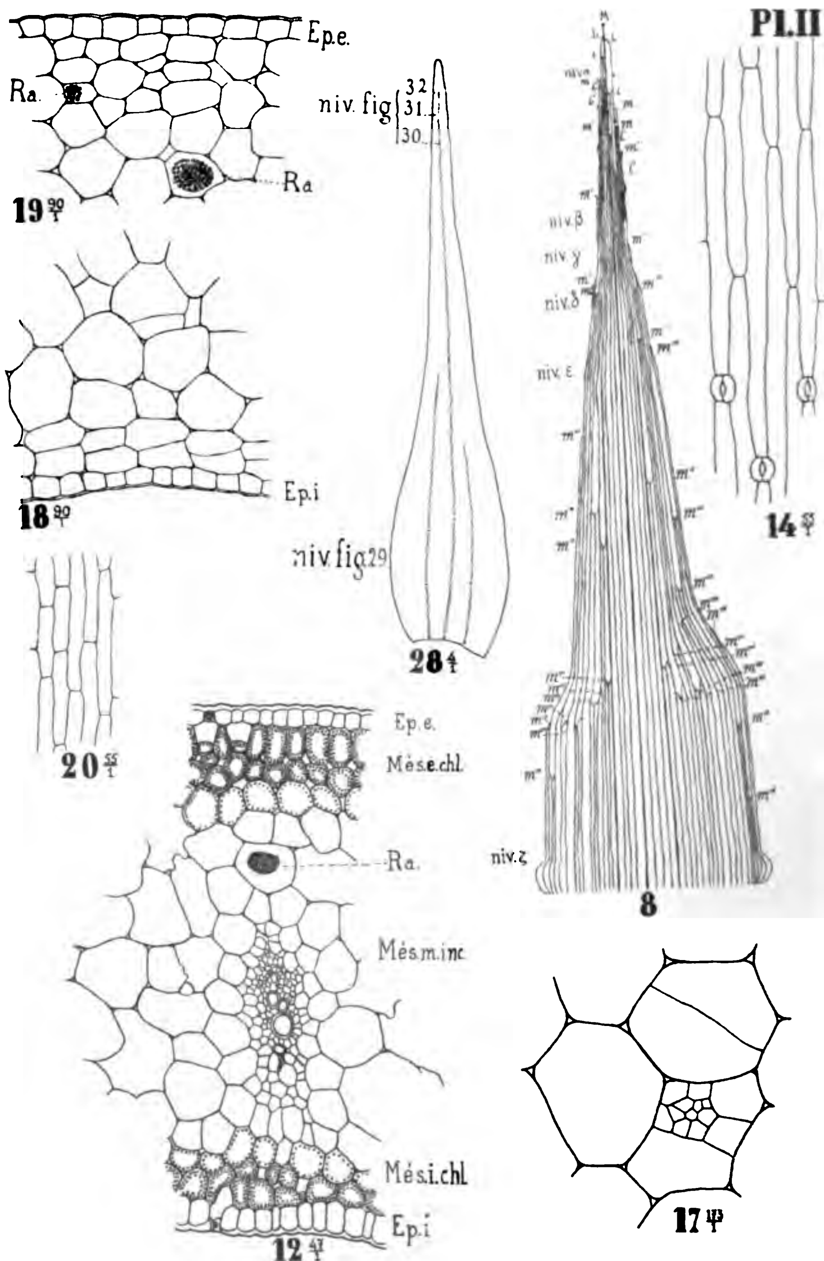
Ep. e.
Més. e.
Més. m.
Més. i
Ep. i.
10 $\frac{55}{1}$

HYAC LONAY, ad nat del.

J. L. Goffart. lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Feuille végétative.



HYAC. LONAY, ad nat. del. J. L. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 8, 12, 14, 17 à 20: Feuille végétative. Fig. 28: Bractée.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Feuille végétative (suite).

Fig. 8. — Parcours des faisceaux dans une feuille complète (p. 19).

Fig. 9 à 11. — Voir planche I.

Fig. 12. — Détails de la figure 7; partie comprenant un gros faisceau *m* (p. 21).

Fig. 13. — Voir planche I.

Fig. 14. — *Ep. e* d'un limbe de feuille adulte vu de face (p. 22).

Fig. 15 et 16. — Voir planche I.

Fig. 17. — Un petit faisceau au stade procambial dans une gaine jeune (p. 23).

Fig. 18. — Coupe transversale des épiderme et mésophylle externes d'une gaine jeune (p. 23).

Fig. 19. — Coupe transversale des épiderme et mésophylle internes d'une gaine jeune (p. 24).

Fig. 20. — *Ep. e.* de la gaine adulte vu de face (p. 24).

Fig. 21 à 27. — Voir planche III.

Bractée.

Fig. 28. — Une bractée (p. 31).

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Feuille végétative (suite).

Fig. 21. — Coupe transversale au niveau δ (limbe) de la feuille de la figure 1 (p. 25).

Fig. 22 à 26. — Coupes transversales à des niveaux intermédiaires à δ et β (p. 25).

Fig. 27. — Coupe transversale au niveau β (*acumen*) de la même feuille (p. 25).

Bractée (suite).

Fig. 28. — Voir planche II.

Fig. 29. — Coupe transversale à la base d'une bractée (p. 31).

Fig. 30 à 32. — Voir planche IV.

Plantule.

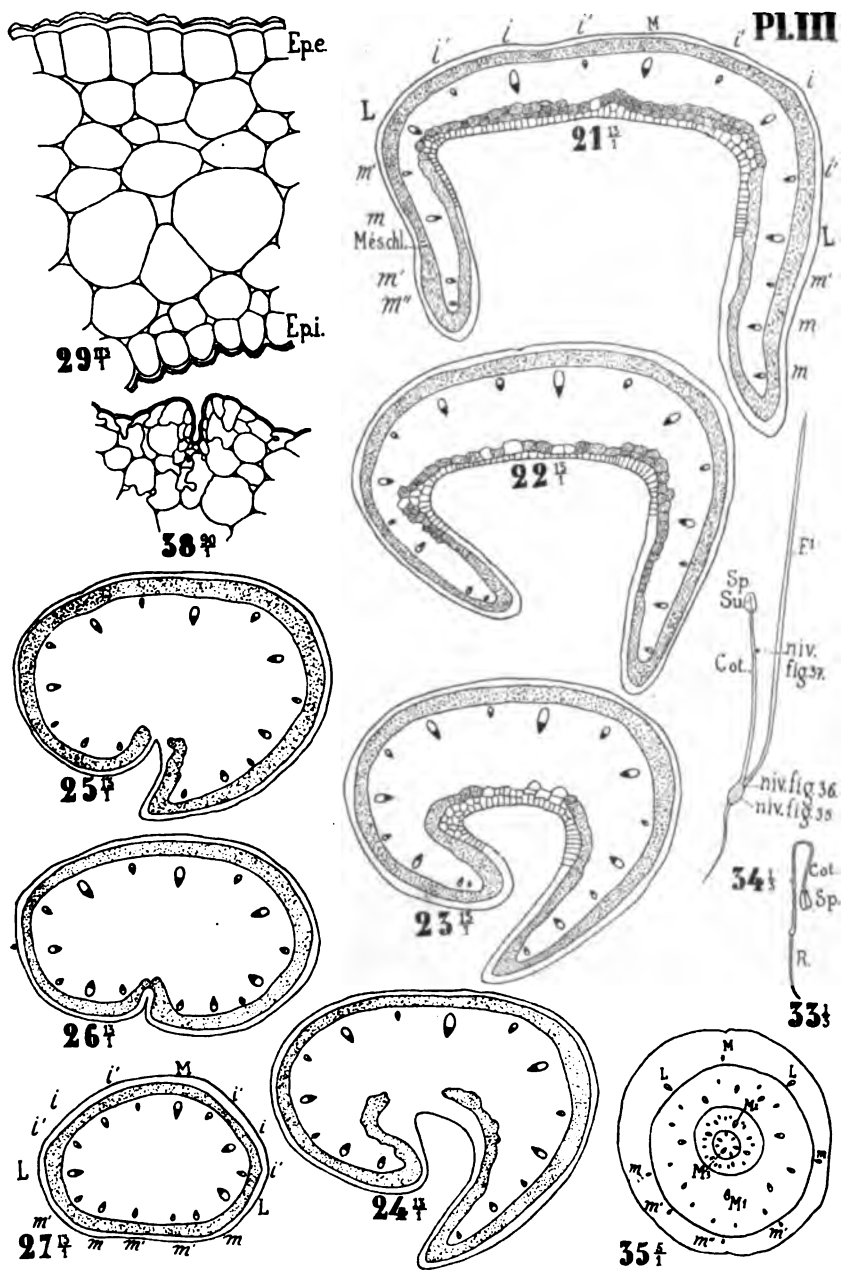
Fig. 33. — Une plantule avant le développement de la feuille 1 (p. 33).

Fig. 34. — Plantule ayant développé la feuille 1 (p. 33).

Fig. 35. — Coupe transversale au milieu du bulbe de la plantule précédente (p. 33).

Fig. 36 et 37. — Voir planche IV.

Fig. 38. — Voisinage du repli médian dorsal au niveau de la figure 37 (p. 36).

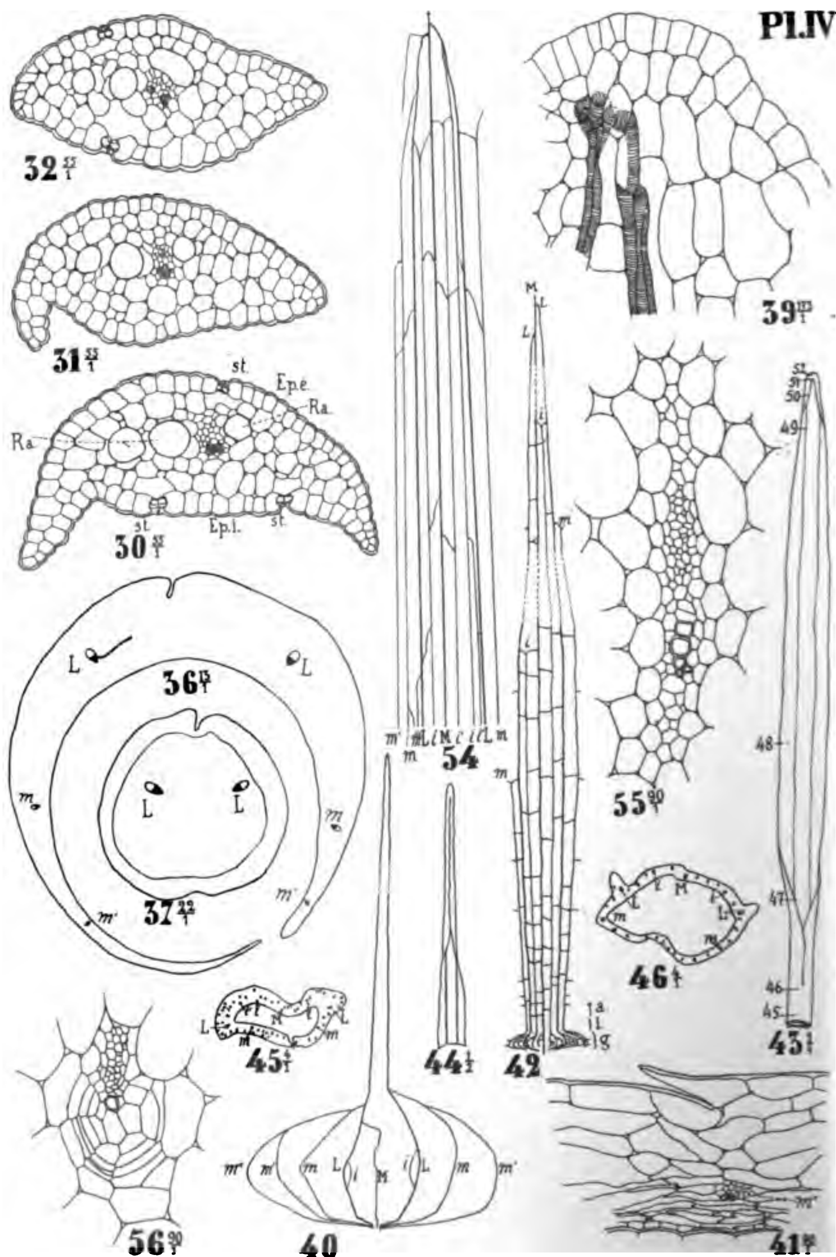


HYAC. LONAY, ad nat. del

J. L. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 21 à 27: Feuille végétative.– Fig. 29. Bractée.– Fig. 33, 34, 35 et 38. Cotylédon.



HYAC. LONAY, ad nat. del.

J. L. Goffart, lith. Bruxelles

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 30 à 32: Bractée. Fig. 36 à 41: Cotylédon. Fig. 42: Feuille 1re de la plantule. Fig. 43 à 56: Pousse axillaire.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Bractée (suite).

Fig. 30, 31 et 32. — Coupes transversales à des niveaux de plus en plus rapprochés du sommet de la bractée (p. 31).

Plantule (suite).

Fig. 33 à 35. — Voir planche III.

Fig. 36. — Coupe transversale au niveau du limbe du cotylédon (p. 33).

Fig. 37. — Coupe transversale vers le quart supérieur de l'*acumen* du cotylédon (p. 34).

Fig. 38. — Voir planche III.

Fig. 39. — Coupe longitudinale dans le sommet du suçoir (p. 35).

Fig. 40. — Parcours des faisceaux dans le cotylédon (p. 35).

Fig. 41. — Détails de la figure 35 au voisinage du faisceau *m''* (p. 34).

Fig. 42. — Parcours des faisceaux dans la feuille 2 d'une plantule (p. 38).

Pousse axillaire.

Fig. 43. — Préfeuille d'une pousse axillaire. Les numéros qui accompagnent le dessin indiquent les niveaux des figures correspondantes (p. 40),

Fig. 44. — Extrémité de la feuille 2 d'une pousse axillaire (p. 41).

Fig. 45 et 46. — Coupes transversales aux deux niveaux de la gaine de la préfeuille indiqués dans la figure 43 (p. 42).

Fig. 47 à 53. — Voir planche V.

Fig. 54. — Parcours des faisceaux dans la partie supérieure de l'*acumen* de la feuille 2 de la pousse axillaire (p. 43).

Fig. 55. — Un faisceau L dans le milieu du limbe de la préfeuille (p. 44).

Fig. 56. — Un faisceau de la préfeuille muni d'une boucle ligneuse à l'état de procambium (p. 44).

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Pousse axillaire (suite).

Fig. 47, 48, 49, 50, 51 et 52. — Coupes transversales dans le limbe et l'*acumen* de la préfeuille aux niveaux indiqués dans la figure 43 (p. 43).

Fig. 53. — Parcours des faisceaux dans la partie supérieure de la préfeuille (p. 43).

Fig. 54 à 56. — Voir planche IV.

Bulbille normale.

Fig. 57. — Une bulbille vue de profil (p. 47).

Fig. 58. — Une bulbille vue de face (p. 47).

Fig. 59. — Sommets des feuilles successives d'une bulbille (p. 47) :

a. — F. 2 vue par sa face ventrale (face antérieure de la bulbille);

b. — F. 3 vue par sa face ventrale (postérieure de la bulbille);

c. — F. 4 vue par sa face ventrale (antérieure);

d. — F. 4 vue de profil;

e. — F. 5 vue par sa face ventrale (postérieure);

f. — F. 5 vue de profil.

Fig. 60. — F. 6 vue par sa face ventrale (antérieure) (p. 47).

Fig. 61. — F. 7 vue par sa face ventrale (postérieure) (p. 48).

Fig. 62. — F. 8 en forme de bourrelet entourant obliquement le sommet végétatif de la tige (p. 48).

Fig. 63. — Partie bulbillifère d'une gaine âgée (p. 48).

Fig. 64. — Schéma du parcours des faisceaux bulbillaires dans une gaine vue de face (p. 49).

Fig. 65. — Schéma représentant le profil du précédent (p. 49).

Fig. 66. — Coupe transversale schématisée de la partie bulbillifère d'une gaine adulte en dessous de l'insertion des bulbilles 4. Les numéros des groupes de faisceaux correspondent à ceux des bulbilles dans lesquelles ils se rendent (p. 49).

Fig. 67. — Coupe transversale d'une bulbille un peu en dessous du limbe de la préfeuille (p. 51).

Fig. 68. — Coupe transversale dans une bulbille adulte (p. 52).

Fig. 69. — Détail de structure de la préfeuille dans la coupe précédente (p. 53).

Fig. 70. — Parcours des faisceaux dans une bulbille normale (p 52).

Bulbille adventive.

Fig. 71. — Premiers cloisonnements dans l'*Ep. i.* d'un morceau de gaine charnue (p. 56).

Fig. 72. — Formation d'un mamelon, ébauche d'une bulbille adventive (p. 56).

Fig. 73. — Insertion des bulbilles le long d'une bande de méristème adventif (p. 57).

Fig. 74. — Une bulbille adventive (p. 57).

Fig. 75. — Une préfeuille écailleuse vue par la face ventrale (p. 57).

Pl. V

HYAC LONAY, ad nat. del.

J. L. Goffart, lith. Bruxelles.

ORNITHOGALUM CAUDATUM

Fig. 47 à 53: Pousse axillaire. – Fig. 57 à 70: Bulbille normale. – Fig. 71 à 75: Bulbille adventive

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE IV. — **Les bulbilles.**

RÉSUMÉ.

ANALYSE COORDONNÉE DES TRAVAUX

RELATIFS A

L'ANATOMIE DES TÉGUMENTS SÉMINAUX

Ab ovo...

PAR

Hyac. LONAY

ASSISTANT A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE
PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES DE LIÉGE
MEMBRE CORRESPONDANT DE LA SOCIÉTÉ
DES SCIENCES, DES ARTS ET DES LETTRES DU HAINAUT.



MONS
IMPRIMERIE DEQUESNE-MASQUILLIER & FILS
1904

Extrait des Mémoires et Publications
de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres
du Hainaut

VIe SÉRIE, TOME VI
56e VOLUME

ANALYSE COORDONNÉE DES TRAVAUX

RELATIFS A

L'ANATOMIE DES TÉGUMENTS SÉMINAUX

Ab ovo...

INTRODUCTION.

L'étude de la structure anatomique des péricarpes et surtout des spermodermes a fait l'objet de travaux relativement nombreux, si l'on considère le laps de temps restreint qui s'est écoulé depuis que ce genre d'études a pris un certain essor. Celui-ci ne remonte guère à plus de vingt-cinq ans et la plupart des auteurs s'accordent à dire que le retard apporté dans l'éclosion de ce chapitre de l'anatomie spéciale des plantes est dû aux réelles difficultés qui sont inhérentes à ces sortes de recherches, difficultés que l'on peut mettre sur le compte principalement de la grande diversité que les spermodermes montrent dans leur structure, de la grande complication de celle-ci et aussi de ce fait que, dans tout le règne végétal, il n'est guère de tissus qui subissent des différenciations aussi variées et aussi compliquées que ceux des spermodermes.

Un des premiers motifs qui ait amené des observations dans cette direction, était le désir des pharmacologues de caractériser les objets de leurs études et de leurs manipulations à l'aide du microscope, d'une manière aussi exacte

que possible, de façon à pouvoir les distinguer aisément les uns des autres. C'est ainsi que furent publiés toute une série de mémoires ayant trait à la pharmacognosie, les uns d'une portée générale, mais renfermant des données sur l'anatomie des spermodermes de graines employées en pharmacie, les autres s'occupant plus spécialement de l'ensemble de celles-ci, d'autres enfin consistant en des recherches limitées simplement à une ou à quelques graines seulement. Parmi les auteurs de travaux de cette catégorie présentant quelque intérêt, nous citerons notamment Gris (*69*), Berg (*17*), Fluckiger (*59*), Garcke (*61*), von Schroff (*263*), Gressner (*68*), Wiesner (*272*), Herlant (*102*), Lojacono (*144*), Hartwich (*89*), Voigt (*255*), Hanausek (*85*, *86*, *87*, *88*), Moeller (*161*), von Bunge (*259*), Schimper (*212*), Korzschinsky (*129*), Morel (*165*), Licopoli (*138*), Blondel (*22*), Briosi et Torquato (*28*), Macchiati (*148*, *149*), Neri (*167*), Macé (*150*), Kayser (*120*, *121*), Lindau (*140*), Claes et Thyes (*43*, *44*), Hallström (*84*), Ichimura (*111*), Jeliffe (*112*), Pfitzer et Meyer (*193*), Schlotterbeck (*217*), Schade (*211*), Vogl (*254*), Cavara (*39*), Tischler (*233*), etc.

Au point de vue agronomique, la connaissance de l'anatomie des spermodermes et des péricarpes était d'une importance non moins grande. L'état de pureté des graines du commerce agricole, des substances alimentaires pour les bestiaux, etc., et, partant, leur plus ou moins grande inocuité étaient rendus facilement reconnaissables par la méthode microscopique. C'est à cette connaissance que voulurent contribuer entre autres Schleiden (*214*, *215*), Schroeder (*219*), Sorauer (*226*), Nobbe (*172*), Wittmack (*275*), Sempolowski (*221*), Kudelka (*132*), Kuhn (*133*), Von Höhnel (*260*), Koch (*125*, *126*, *127*), Beck (*15*), Petermann (*190*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Benecke (*16*), Zoebl (*276*, *277*), Van den Berghe (*243*), Claes et Thyes (*45*), Nestler et Stoklasa (*168*) et Guérin (*71*, *72*, *73*).

A cette pléiade de chercheurs s'adjoignirent bientôt des observateurs stimulés par un intérêt purement scientifique et qui tentèrent de faire ressortir les caractères permettant de grouper les plantes suivant les classes, les familles et les genres, caractères tirés uniquement de la structure des enveloppes des fruits ou des graines.

Malheureusement, la grande majorité des auteurs qui se sont occupés de ces recherches à ces divers titres, ne se préoccupèrent pas de savoir l'origine des tissus si variés qui entrent dans la constitution de ces enveloppes ; tout au plus s'en tinrent-ils à des suppositions plus ou moins bien fondées à cet égard, ce qui ne contribua pas peu à augmenter les divergences d'opinions qui s'élevèrent au sujet de la valeur morphologique de ces tissus et à multiplier les erreurs qui devaient forcément résulter de l'emploi d'une méthode aussi arbitraire que celle fournie par la simple observation de l'état mûr. Une autre cause d'erreurs résidait aussi dans l'emploi abusif de termes sans signification bien précise, tels entre autres que *testa* et *tegmen*, qui varient d'acception suivant les auteurs et que l'on applique à des couches d'origine variable.

Mieux avisés que leurs confrères, un certain nombre de botanistes comprirent tout l'avantage qui devait résulter de l'étude du développement des tissus, tant au point de vue de l'anatomie comparée que de la connaissance des causes qui président à la transformation des organes et de leur texture ; l'application de cette façon de procéder devait d'ailleurs être une garantie de l'exactitude des observations, les divers stades du développement étant comme des jalons sur lesquels l'œil de l'observateur doit forcément s'arrêter, et qui doivent se contrôler les uns les autres. C'est ce qui est cause actuellement, qu'on ne s'arrête que très subsidiairement, et avec raison, aux descriptions d'auteurs n'ayant examiné que le stade de la maturité. Celles-ci ne se publient, d'ailleurs, plus qu'exceptionnellement à présent. Aussi pouvons-nous

déjà recourir à un assez grand nombre de travaux dans lesquels l'histoire du développement est prise en considération. Parmi les plus marquants, citons, dans l'ordre chronologique : Schleiden (*214*, *215*), Gris (*69*), Dutailly (*54*), Hegelmaier (*95*), Lohde (*142*), Chatin (*41*), Solms-Laubach (*224*, *225*), Kudelka (*132*), Fickel (*58*), Haberlandt (*82*), Koch (*125*, *126*, *127*), Bertrand (*18*, *18bis*), Röber (*204*), Warming (*266*), Vesque (*250*, *251*), Lotar (*147*), Bachmann (*10*, *11*), Af. Klercker (*3*), Voigt (*255*, *256*), Tschierke (*235*), Raunkaier (*203*), Jumelle (*117*), Brandza (*25*, *26*, *27*), Guignard (*78*, *79*, *80*), Mattirolo et Buscalioni (*154*, *155*), Meunier (*158*, *159*, *160*), Lindau (*140*), Lignier (*139*), Tanfani (*231*), Gibelli et Ferrero (*64*, *65*), Rolfs (*206*), Wilczek (*273*), Kayser (*121*, *123*), Buscalioni (*36*), Rodrigue (*205*), Grütter (*70*), Schlotterbeck (*217*), Schwere (*220*), Bille (*19*), Schade (*211*), Pfäfflin (*191*), Van Tieghem (*245*, *246*, *247*, *248*), Weberbauer (*267*), Guérin (*71*, *72*, *73*, *74*, *75*, *76*, *77*), Tischler (*233*), Billings (*20*), Decrock (*50*), Lang (*134*), Lonay (*145*), Ducamp (*53*), Montemartini (*164*), Péchoutre (*188*).

Cependant beaucoup de ces derniers travaux ne sont pas exempts d'erreurs parfois nombreuses et grossières. On doit en rechercher la cause dans ce fait que les auteurs se contentent de comparer la structure de la graine mûre avec celle de l'ovule dans la fleur épanouie, supputent, de l'un à l'autre de ces stades, les changements qui doivent, selon les probabilités, survenir dans la constitution des diverses parties de l'ovule. Ces négligences d'observation sont d'un effet des plus funestes, car elles sont de nature à inspirer sinon une certaine méfiance au sujet des résultats acquis à la science, tout au moins des appréhensions au futur chercheur quant aux déductions qu'il serait amené à tirer au point de vue de l'anatomie comparée des graines des diverses familles végétales.

Et pourtant les avertissements et les conseils n'ont pas fait défaut pour ce qui concerne cette partie de l'anatomie. Dès 1827, Brongniart, dans un livre mémorable, écrivait (*32*, p. 104) : « L'étude de la graine parfaite laisse toujours beaucoup de doute sur ce genre d'analyse, parce que tantôt ces membranes se soudent plus ou moins intimement, tantôt, au contraire, la même membrane, étant formée de deux couches de texture différente, peut être regardée comme double. L'étude des changemens qui s'opèrent dans l'ovule depuis le moment de l'imprégnation jusqu'à l'époque où, arrivé à son état parfait, il prend le nom de graine, peut donc seule nous éclaircir sur la distinction des divers téguments de la graine ».

Schleiden, dans un style assez véhément (*216*, p. 386), fait aussi savoir, en 1850, que « on peut à peine se faire une idée d'une plus grande confusion que celle qui règne dans l'étude des téguments séminaux; observer, dit-il, comment les choses se forment, ce qu'elles signifient pour les plantes, peu le font, et la plupart des botanistes laissent de côté ces rares observateurs tels que Brongniart, Rob. Brown, Mirbel, etc. ». Il faut croire que le savant naturaliste allemand a lui-même été laissé de côté ; car il a fallu que, plus récemment, Strasburger (*229*), Bertrand (*18*, *18bis*) et Guignard (*78*), entre autres, reprissent la thèse de leur devancier et joignissent l'exemple au précepte pour amener la plupart des observateurs contemporains à suivre « pas à pas » les changements souvent si considérables qui s'opèrent dans les tissus de l'ovule pendant sa transformation en graine.

Le plus bel exemple de ce genre est l'œuvre de Guignard (*78*, *79* et *80*), par laquelle on peut se convaincre que des similitudes d'aspects combinées avec l'affinité plus ou moins grande des espèces, ne nous permettent pas de conclure par analogie, tant il est nécessaire de rejeter les jugements *à priori*. J'ai eu l'occasion (*145*) de reconnaitre le bien fondé de

cette proposition. Meunier, Lignier, Mattirolo et Buscalioni, Kayser, Rodrigue, Grütter, Solms-Laubach, Guérin, Decrock, Montemartini et Péchoutre peuvent être cités à la suite de Guignard au point de vue de la scrupuleuse observation du développement qu'attestent leurs publications. C'est par de tels travaux que la science peut s'enrichir de faits solidement établis ; ce sont eux qui pourront servir à en tenter la synthèse.

Quoi qu'il en soit, les travaux déjà assez nombreux que nous venons de passer en revue, sont difficilement comparables entre eux, ayant été faits à des points de vue différents, et surtout encore parce que la nomenclature varie au plus haut point de l'un à l'autre.

M'étant occupé de la structure anatomique des fruits et des graines de Renonculacées, je me suis heurté, de ce chef, à de nombreux obstacles. J'ai pensé que le moment était venu de résumer toutes les recherches concernant la structure des téguments séminaux, en suivant l'ordre des familles végétales et en adoptant une nomenclature uniforme qui en rende la comparaison aisée, partout où cette structure a été étudiée.

GÉNÉRALITÉS.

Avant d'analyser l'organisation des graines dans les diverses familles de plantes, il me parait indispensable de fixer les idées sur les rapports qui existent entre l'ovule et la graine.

Prenons, par exemple, une fleur de Rhubarbe. Au fond de la cavité de l'ovaire se dresse un ovule unique, lequel présente, comme on sait, une organisation assez complexe déjà. On y reconnait un mamelon central plus ou moins conique, le *nucelle* et deux téguments, la *primine* ou tégument externe et la *secondine* ou tégument interne. Ceux-ci sont insérés à la base du nucelle, dans la région nommée *chalaze* ; ils l'enveloppent étroitement en laissant au sommet une petite ouverture que l'on appelle *micropyle*. La base étranglée de l'ovule porte le nom de *hile*. Souvent, ce dernier se prolonge en un court support qui est le *funicule*. Le hile et le micropyle se trouvent chacun à une des extrémités d'une même droite.

Cet ovule droit, que l'on peut comparer à un coquetier muni de son œuf, est qualifié d'*orthotrope*.

Dans d'autres plantes, au contraire, le corps principal de l'ovule est recourbé à près de 180°, la courbure affectant les téguments et le nucelle à la fois. Le hile se trouve ainsi immédiatement en dessous de la chalaze et ces deux régions sont ramenées latéralement au même niveau, souvent, que le micropyle. L'ovule ainsi constitué est dit *campylotrope*.

Mais de tous les cas, le plus fréquent est celui de l'ovule *anatrope*. On appelle ainsi l'ovule dont le corps principal restant droit, les deux extrémités de son axe rectiligne étant occupées par le micropyle d'une part et par la chalaze d'autre part, celle-ci est éloignée du hile de toute la longueur de l'ovule, le hile étant au niveau du micropyle. La

région interposée entre le hile et la chalaze forme alors une côte le long d'un côté de l'ovule, concrescente avec celui-ci, et qui s'appelle le *raphé*. L'ovule, avec le raphé, ressemble alors plus ou moins à une tête de pipe courbée.

Quelle que soit la forme de l'ovule, le nucelle en est la partie principale par le rôle qu'il est appelé à jouer, lui ou du moins un de ses éléments constitutifs nommé *sac embryonnaire* et dans lequel s'accomplissent les phénomènes de la fécondation de l'œuf et du développement primordial de l'embryon destiné à devenir plus tard une plante nouvelle. Ce sac embryonnaire a la forme d'une vésicule relativement grande, parfois très grande même, ovale ou plus ou moins oblongue, s'agrandissant, dans nombre de cas, jusqu'à résorber presque entièrement tout le corps nucellaire.

C'est de l'accroissement du sac embryonnaire, et surtout de l'embryon qui s'y développe, que dépendent principalement les changements qui surviennent dans la constitution de l'ovule et qui conduisent petit à petit à la structure définitive de la graine. Celle-ci se compose d'ailleurs des mêmes parties que l'ovule. Ces dernières sont, il est vrai, profondément modifiées, l'une ou l'autre d'entre elles peuvent même disparaître dans le cours du développement de la graine.

Cet ensemble de phénomènes amènent, en dernière analyse, des structures variées à l'infini. Ce sont elles que nous avons cherché à résumer dans le présent travail. Ce résumé est, comme il a été dit plus haut, le résultat de l'analyse de travaux nombreux, assez souvent contrôlés par des observations personnelles, ainsi que de recherches originales. Je me suis surtout attaché aux ouvrages reflétant une observation minutieuse et exacte des détails. Certes, l'avenir réserve encore bien des découvertes dans ce champ de recherches ; mais les faits acquis sont déjà assez nombreux pour en justifier le groupement en une sorte de synthèse.

Nous envisagerons, tour à tour, les principales familles des plantes phanérogames, d'après l'ordre suivi dans la flore analytique de Delogne [1].

Dans l'exposé qui va suivre, nous aurons constamment à désigner les différentes couches cellulaires qui forment les trois parties de l'ovule ou de la graine. Pour éviter les longueurs, nous avons adopté un système d'abréviations déjà admis dans quelques uns des travaux consultés et dont voici l'explication :

Ep. e. P. = Épiderme externe de la primine ; c'est l'assise la plus externe des cellules de ce tégument.

T. f. P. = Tissu fondamental de la primine ; ce sont les assises cellulaires interposées entre l'*Ep. e. P.* et la suivante.

Ep. i. P. = Épiderme interne de la primine ; c'est l'assise la plus profonde de ce tégument.

Ep. e. S. = Épiderme externe de la secondine.

Tf. S. = Tissu fondamental de la secondine.

Ep. i. S. = Épiderme interne de la secondine.

Ep. N. = Épiderme du nucelle.

T. f. N. = Tissu fondamental du nucelle ; nous appellerons ainsi les assises interposées entre la précédente et le sac embryonnaire ou l'albumen (= *Alb.*) lequel d'ailleurs occupe le sac embryonnaire.

Les *Tf. P* et *Tf. S.* peuvent souvent être formés de couches cellulaires diversement structurées ; pour les distinguer, nous emploierons les expressions suivantes, qui n'ont pas, comme dans les cas précédents, une signification aussi précise au point de vue de la valeur morphologique comparée :

Tf. e. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental externe de la primine (ou de la secondine) ; c'est la partie du *Tf. P.* (ou *S.*) qui touche à l'*Ep. e. P.* (ou *S.*).

[1] C.-H. Delogne. — Flore analytique de la Belgique. Namur, 1888.

Tf. m. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental moyen de la primine (ou de la secondine) ; c'est celle interposée entre le précédent et le suivant.

Tf. i. P. (ou *S.*) = Tissu fondamental interne de la primine (ou de la secondine) ; c'est la partie qui confine à l'*Ep. i. P.* (ou *S.*).

Dans certains cas assez rares, l'assise la plus externe ou plusieurs assises externes du *Tf. e. P.* peuvent prendre une structure à part, auquel cas, cette ou ces assises recevront le nom d'hypoderme (*hyp.*). Bien plus rarement encore, l'assise la plus interne du *Tf. i. P.* peut en agir de même ; on la désignera alors sous le nom de hypoderme interne (*hyp. i.*).

Lorsque l'ovule ne possède qu'un seul tégument, nous emploierons d'une manière analogue les désignations suivantes :

Ep. e. T. = Épiderme externe du tégument.

T. f. T. = Tissu fondamental du tégument.

Ep. i. T. = Épiderme interne du tégument.

L'application de cette nomenclature aux travaux antérieurs a quelquefois présenté des difficultés sérieuses à cause du vague des descriptions de certains auteurs et par suite des dénominations plus que bizarres parfois, que l'on trouve chez d'autres. Je crois cependant avoir pu surmonter cette difficulté en comparant les divers auteurs entre eux, parfois aussi en observant par moi-même, à différents stades, l'un ou l'autre des exemples proposés. Cette unification de la nomenclature facilite singulièrement les comparaisons entre les diverses familles, les divers genres et les diverses espèces ; j'estime que l'adopter définitivement serait rendre à la botanique un réel service, d'autant plus que, dans une multitude de circonstances, la botanique systématique trouverait une aide précieuse dans l'emploi des caractères, établis avec netteté et concision, que fournissent les enveloppes séminales.

Quant au présent travail, puisse-t-il montrer déjà ce qui reste à faire dans le domaine des recherches dont il établit les bornes actuelles !

On remarquera, toutefois, que pour certaines familles de plantes, et notamment pour celles possédant des fruits monospermes indéhiscents, on a généralement étudié les péricarpes en même temps que les spermodermes. En effet, il existe toujours certaines relations entre les structures de ces deux espèces d'enveloppes, et il serait, en général, à souhaiter que l'on ne séparât pas l'étude de l'une et de l'autre. Au surplus, dans le cas d'akènes et de caryopses, il est naturel de tenir compte, dans ces analyses, sous le nom d'enveloppes séminales, et des péricarpes et des spermodermes.

Dans l'exposé des caractères des organes de la graine, j'ai adopté à dessein un style aussi concis que possible, basé sur l'usage des participes et des adjectifs et dépouillé des longueurs qu'entraine souvent l'emploi des verbes à un mode personnel ; c'est le style que l'on est convenu d'appeler linnéen, parce qu'il a été mis en honneur par l'illustre botaniste suédois Linné. C'est à lui que doivent leur caractère essentiel de clarté et de précision les œuvres descriptives du père de la Botanique. C'est ce style qui est depuis lors généralement adopté par les naturalistes descripteurs.

Les nombres qui suivent les noms d'auteurs renvoient à la liste bibliographique qui précède la table des matières.

Ceux qui accompagnent la plupart des noms de genres de plantes, indiquent le nombre d'espèces de chacun de ces genres sur lesquelles ont porté les observations.

PARTIE SPÉCIALE

CLASSE I. — DICOTYLÉES.

Sous-Classe I. — Dialypétales hypogynes.

1. — RENONCULACÉES.

BIBLIOGRAPHIE: Strasburger (*229*), Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Adlerz (*2*), Harz (*91*), von Bunge (*259*), Prantl E.-P.[1] (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Mann (*151*), Lignier (*139*), Wiegand (*270*), Westermaier (*269*), Nicotra (*171*), Ramaley (*202*), Lonay (*145*), Attema (*9*).

La famille des Renonculacées est une des « familles par enchainement » de Mirbel, et l'on sait combien tous les caractères y sont variables. Il en est de même en ce qui concerne l'ovule et la graine. Il serait presque nécessaire de donner les caractères pour chaque genre en particulier. Tout au plus, pourrait-on se borner au groupement des caractères par tribus ; mais celles-ci doivent être conçues autrement que la plupart des auteurs l'admettent. C'est ainsi que Wiegand s'est cru autorisé à établir huit groupes. Pour ma part, j'ai pensé qu'il était plus rationnel d'en admettre six.

Je n'entreprendrai pas de relever ici les nombreuses erreurs qui se sont accréditées au sujet de la constitution de l'ovule et de la graine dans cette famille. On pourra s'en reporter à un travail antérieur (*145*). Qu'il me suffise d'exposer les résultats de mes recherches.

[1] L'abréviation E.-P. qui est placée après un nom d'auteur, se rapporte à une monographie de cet auteur comprise dans l'ouvrage publié par Engler et Prantl (*55*).

TRIBU des **Renonculées** : GENRES *Ranunculus*, *Ceratocephalus*, *Ficaria*, *Oxygraphis*, *Myosurus*.

PÉRICARPE à nombre généralement très restreint d'assises, dont presque toujours plusieurs sclérifiées ; faisceaux en nombre impair.

OVULES généralement unitégumentés, dressés et absolument solitaires.

SPERMODERME à trois assises de cellules et rarement quatre (*Myosurus*). *Ep. i. T.* à épaississements frangés à la paroi interne.

TRIBU des **Thalictrées** : GENRES *Thalictrum* et *Adonis*.

PÉRICARPE à nombre plus ou moins élevé d'assises : *Ep. e.* muni de poils courts en massue ; faisceaux en nombre pair assez nombreux, souvent huit au moins ; rarement quatre (*Th. aquilegifolium*).

OVULES à deux téguments, pendants, solitaires ou accompagnés d'ovules rudimentaires.

SPERMODERME à *Ep. i. S.* sans épaississements frangés.

TRIBU des **Anémonées** : GENRES *Knowltonia*, *Anemone*, *Hepatica* et *Clematis*.

PÉRICARPE à nombre généralement restreint d'assises (sauf chez *Knowltonia*) ; *Ep. e.* présentant des poils longs, effilés ; *Ep. i.* à cellules allongées longitudinalement, diversement épaissies. Faisceaux, deux.

OVULES unitégumentés, pendants, accompagnés d'ovules rudimentaires (sauf chez *Anemone multifida*). *Ep. i. T.* presque toujours frangé (sauf chez *A. nemorosa*).

TRIBU des **Helléborées** : GENRES *Caltha*, *Helleborus*, *Trollius*, *Eranthis*, *Aquilegia*.

PÉRICARPE à nombre restreint d'assise ; *Ep. e.* à poils ordinairement courts, en massue, rarement longs et ventrus (*Aquilegia*). Faisceaux, trois, rarement cinq (*Trollius*), reliés par des anastomoses horizontales

OVULES généralement bitégumentés, rarement à un seul

tégument (certains *Helleborus*) ; *Ep. N.* multiple au sommet, rarement simple (*Aquilegia*). Graines lisses.

SPERMODERME formé par le ou les téguments.

Ep. e. T. ou *Ep. e. P.* à cellules cubiques ou prismatiques, toutes de même hauteur, à paroi externe très épaisse.

Tf. T. ou *Tf. P.*, cellules à parois minces plus ou moins écrasées.

Ep. i. T. ou *Ep. i. S.* (*Ep. i. P.* chez *Trollius)*, cellules tabulaires à paroi interne épaisse sans frange ou à frange peu marquée, rarement à frange bien nette (*Trollius*).

TRIBU des **Delphiniées** : GENRES *Isopyrum*, *Garidella*, *Nigella*, *Aconitum* et *Delphinium*.

PÉRICARPE à nombre d'assises généralement restreint (excepté chez *Nigella*) ; *Ep. e.* à poils généralement longs, cylindriques, effilés ou ventrus, rarement courts en massue (*Isopyrum*). Faisceaux ordinairement nombreux avec anastomoses obliques (excepté chez *Nigella*, trois ou cinq avec anastomoses horizontales).

OVULES à un ou à deux téguments ; *Ep. N.* généralement multiple, rarement simple au sommet (*Aconitum lycoctonum)*.

Graines rugueuses, recouvertes de crêtes ou d'un réseau proéminent.

SPERMODERME formé par le ou les téguments et le nucelle.

Ep. e. T. ou *Ep. e. P.*, cellules allongées longitudinalement, parfois isodiamétriques mais de hauteur inégale, rarement cubiques (certains *Nigella*).

Ep. i. T. ou *Ep. i. S.*, cellules à franges plus ou moins marquées, ordinairement allongées longitudinalement, parfois tabulaires (*Isopyrum*, *Nigella*, *Garidella*).

TRIBU des **Paeoniées** : GENRES *Actaea*, *Cimicifuga* et *Paeonia*.

PÉRICARPE à assises nombreuses. *Ep. e.* à cellules petites. *Tf.* plus ou moins homogène, à cellules à parois épaisses.

Ep. i., cellules à parois épaisses. Faisceaux ordinairement nombreux, rarement trois (*Cimicifuga*) avec anastomoses obliques.

Ovules à deux téguments à *Ep. N.* multiple au sommet.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P. palissadique à cellules à parois assez épaisses, surtout l'externe.

Tf. P. à cellules ordinairement à parois géliflables.

Ep. i. S., cellules à parois épaisses ou non, ponctuées, sans franges.

Remarque. Toutes les parties de l'ovule, chez les Renonculacées, entrent dans la constitution du spermoderme. Les assises non indiquées sont formées de cellules à parois minces, plus ou moins écrasées. L'albumen est toujours abondant.

2. — ANONACÉES.

Bibliographie : Licopoli (*138*), Voigt (*256*), Pranlt E.-P. (*55*).

Genres *Alphonsea* (1), *Anona* (2), *Artabotrys* (1), *Asimina* (1), *Melodorum* (1), *Uvaria* (1).

Ovules anatropes à deux téguments ; faisceau du raphé se prolongeant dans la primine pas tout à fait en face du raphé.

Spermoderme formé par la primine et quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules tabulaires à parois épaisses, surtout les externes.

Tf. P., plusieurs assises de cellules aplaties, plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules tabulaires écrasées.

Secondine résorbée.

Ep. N. }
Tf. N. } cellules de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Albumen abondant.

REMARQUE. Le spermoderme forme des replis qui s'insinuent plus ou moins profondément dans l'albumen périphérique et dans lesquels la secondine est parfois encore représentée entre la primine et le nucelle.

3. — MAGNOLIACÉES

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*).

GENRES *Illicium* (1), *Magnolia* (4).

OVULES à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* :

Ep. e. P. cellules à parois très épaisses.

Tf. e. P., 2 assises de cellules à parois épaissies.

Tf. i. P., 5 ou 6 assises de grandes cellules à parois minces.

Ep. i. P., cellules prismatiques à parois minces.

Ep. e. S.
Tf. S. } cellules à parois fortement sclérifiées.
Ep. i. S.

Ep. N. à grandes cellules allongées radialement.

4. — LARDIZABALACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*251*), Prantl E.-P. (*55*).

GENRE *Hollboellia* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

Le spermoderme d'aucune espèce n'a été étudié dans cette famille qui se rapproche beaucoup de la famille des Berbéridacées dont il question plus loin.

5. — CALYCANTHACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Prantl E.-P. (55), Lignier (*139*).

GENRES *Calycanthus*, *Chimonanthus*.

Le fruit ne doit pas être considéré comme akène, mais comme une follicule à déhiscence tardive.

PÉRICARPE à nombre restreint d'assises.

Ep. i. et parfois *Tf. i.* à cellules sclériflées, radialement allongées.

OVULES bitégumentés.

SPERMODERME formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle.

Ep. e. P. à grandes cellules à parois minces.

Tf. e. P. à grandes cellules reconnaissables.

Tf. i. P. à cellules écrasées.

Ep. i. P., cellules à épaississements réticulés.

Secondine écrasée.

Nucelle écrasé.

Albumen en grande partie résorbé ; il en subsiste une couche mince, écrasée, qui s'ajoute à la secondine et au nucelle pour former une lame nacrée.

6. — RUTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*251*), Jumelle (*118*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schlotterbeck (*217*), Engler E.-P. (55).

GENRES *Citrus* (1), *Ruta* (1).

OVULES anatropes (*Citrus*) ou campylotropes (*Ruta*) à deux téguments. Primine à plusieurs assises de cellules ; secondine à deux (*Ruta*) ou plusieurs assises (*Citrus*) de cellules.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules en palissade à paroi externe épaisse, gélifiable (*Citrus*) ou cellules jaunes à parois très épaisses, l'externe recouverte d'une cuticule striée (*Ruta*).

Tf. P., 4 ou 5 assises de cellules écrasées ; parfois (*Ruta*) l'externe encore reconnaissable et pourvue de parois externes très épaisses.

Ep. i. P., cellules petites, carrées (*Citrus*) ou écrasées et confondues en une bande jaune avec les assises internes du *Tf. P.* (*Ruta*).

Ep. e. S. résorbé.

Tf. S. (*Citrus*) résorbé.

Ep. i. S. fortement écrasé en une membrane mince.

7. — TILIACÉES.

Bibliographie : Mattirolo (*153*), Brandza (*27*), Schumann E.-P. (*55*).

Genre *Tilia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments, à plusieurs assises de cellules chacun.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P. Cellules à paroi externe pourvue d'une cuticule.

Tf. P., *Ep. i. P.* } cellules parenchymateuses cristalligènes.

Ep. e. S., cellules étroites, allongées radialement, à parois sclérifiées présentant une ligne lumineuse.

Tf. S., 7 assises de cellules cristalligènes, allongées tangentiellement.

Ep. i. S., cellules petites tabulaires.

8. — CISTACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (27), Reiche E.-P. (*55*), Rosenberg (*209*), Grosser E. [1] (*56*).

[1] L'abréviation E., placée à la suite de certains noms d'auteurs, se rapporte à des monographies de ces auteurs comprises dans l'ouvrage publié par Engler (*56*).

Genres *Cistus* (2), *Hudsonia*, *Lechea*, *Helianthemum* (22).

Ovules orthotropes à deux téguments. Primine à deux assises de cellules ; secondine de 3 à 5 assises.

Sermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules avec (la plupart des *Helianthemum*) ou sans mucilage, papilleuses (beaucoup d'*Helianthemum*), ou plus ou moins cylindrique (certains *Helianthemum*), ou plus ou moins rectangulaires (autres *Helianthemum*, *Cistus*, *Hudsonia*), ou plus ou moins écrasées (qq. *Helianthemum*, *Lechea*).

Ep. i. P., cellules écrasées.

Ep. e. S., grandes cellules palissadiques, à parois internes et les trois quarts internes des parois latérales sclériflées.

Tf. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

9. — PAPAVÉRACÉES.

Bibliographie : Röber (*204*). Warming (*266*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Prantl und Kündig E.-P. 55), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*), Meunier (*159*).

Genres *Argemone* (1), *Bocconia* (2), *Chelidonium* (1), *Chiazospermum* (1), *Eschscholtzia* (1), *Glaucium* (1), *Hypecoum* (1), *Meconopsis* (1), *Papaver* (2), *Platystemon* (1), *Roemeria* (1), *Hunnemannia* (1), *Sanguinaria* (1).

Remarque. Les auteurs sont peu d'accord dans la description des différentes couches du spermoderme dans certaines espèces. C'est ainsi que pour les genres *Chelidonium* et *Papaver* notamment, les descriptions de Holfert, Brandza, Röber et Meunier diffèrent les unes des autres. Considérant que ce dernier botaniste a fait une étude spéciale des différents genres de la famille des Papavéracées, nous inclinons

à admettre plus d'exactitude dans ses observations et nous le prendrons comme guide dans l'établissement des caractères de la famille.

OVULES anatropes à deux téguments. Primine généralement à 2, parfois 3 (*Platystemon*) ou plusieurs assises (*Eschscholtzia*, *Hunnemannia*, *Sanguinaria*, certains *Bocconia*) ; secondine à 3 assises de cellules.

SPERMODERME formé aux dépens de la primine, de la secondine et d'une partie du nucelle ; assez variable d'un genre à l'autre :

Ep. e. P., cellules étirées tangentiellement (excepté chez *Eschscholtzia* et *Glaucium*), à paroi externe convexe, épaisse, recouverte d'une cuticule et striée (excepté chez *Eschscholtzia* et *Papaver*) ; contenant des cristaux chez *Papaver somniferum*.

Tf. P., quand il existe, parenchymateux, à petites cellules (*Argemone*), à cellules aplaties tangentiellement et à parois épaisses (*Eschscholtzia*, *Sanguinaria*) ou non (*Platystemon*).

Ep. i. P., cellules cristalligènes (sauf chez *Papaver somniferum*), prismatiques ou isodiamétriques ou tangentiellement aplaties.

Ep. e. S., cellules à parois épaisses, pourvues d'une cuticule, disposées en files longitudinales, ou bien cellules écrasées laissant (*Argemone*, *Hunnemannia*) ou non (*Papaver somniferum*, *Sanguinaria*) voir la cuticule.

Tf. S. écrasé généralement, parfois cellules résistantes à parois épaisses (*Chiazospermum*, *Hypecoum*, *Platystemon*).

Ep. i. S., cellules plus ou moins grandes, tangentiellement étirées, à parois striées.

Ep. N., à cuticule.

Tf. N., quelques restes.

10. — NYMPHÉACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), von Wettstein (*265*), Caspary E.-P. (*55*), Archangeli (*4*, *5*, *6*, *7*), Holfert (*104*).

Genres *Euryale* (1), *Nuphar* (1), *Nymphea* (1), *Nelumbo* (1), *Victoria* (1).

Outre que les auteurs ne sont pas bien d'accord, même au sujet de la structure dans les mêmes espèces, aucun d'eux n'a étudié le développement de ces graines dont la structure parait être caractérisée par l'existence d'une assise épidermique (*Ep. e. P.*), d'après les uns, sous épidermique, d'après les autres, de cellules en palissade présentant une ligne lumineuse.

11. — STERCULIACÉES.

Bibliographie : Mattirolo (*153*), Schumann E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*).

Genres *Cola* (1), *Sterculia* (1), *Theobroma* (1).

Ovules orthotropes à deux téguments à plusieurs assises de cellules chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules petites, radialement allongées (*Cola*), ou carrées à parois épaisses (*Sterculia*) ou allongées tangentiellement à paroi externe épaisse (*Theobroma*).

Tf. P., 5 (*Cola*) ou 12 (*Theobroma*) assises parenchymateuses, ou 3 assises de cellules radialement allongées (*Sterculia*).

Ep. i. P., cellules radialement allongées (*Sterculia*) ou carrées à parois interne et latérales épaissies (*Theobroma*) ou bien (*Cola*) cellules de deux sortes, les unes isolées ou groupées, petites, sclérifiées, ponctuées, les autres grandes, à parois minces chiffonnées, à contenu brun.

Ep. e. S. résorbé (*Cola*) ou plus ou moins écrasé (*Theobroma*) ou cellules très allongées radialement, à parois sclérifiées, à ligne lumineuse (*Sterculia*).

Tf. S. / *Ep. i. S.* } résorbé (*Cola*) ou plus ou moins écrasé (*Theobroma*, *Sterculia*).

Ep. N., cellules à parois épaisses (*Cola*).

Hypod. N., comme à l'*Ep. N.*

Tf. N., 6 assises de cellules à parois minces (*Cola*).

Tf. i. N., écrasé.

} ou cellules écrasées formant une membrane nacrée (*Sterculia*, *Theobroma*).

12. — MALVACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Junowicz (*119*), Mattirolo (*153*), Harz (*91*), Von Bretfeld (*258*), Hanausek (*87*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rolfs (*206*), Guignard (*80*), Schumann E.-P. (*55*), Bochman (*23*).

Genres *Adansonia* (1), *Althea* (2), *Abutilon* (1), *Anoda* (2), *Callirhoe* (2), *Kitaibelia* (1), *Lavatera* (1), *Malope* (2), *Palana* (1), *Pavonia* (1), *Sidalcea* (1), *Gossypium* (1), *Malvastrum* (2). *Sida* (3), *Thespesia* (1), *Eriodendron* (1), *Hibiscus* (2), *Modiola* (1), *Malva* (1).

Ovules anatropes (*Hibiscus*, *Thespesia*, *Gossypium*), plus souvent campylotropes, à deux téguments.

Spermoderme formé aux dépens de la primine et de la secondine. Nucelle résorbé. Presque toujours une assise de l'albumen persistant.

Ep. e. P. : cellules petites, étirées tangentiellement (excepté chez *Adansonia* où elles ont des parois externes subérifiées, chez *Gossypium* et *Thespesia* où certaines cellules sont allongées en poils très longs, ou, chez *Sida*, en poils courts coniques).

Tf. P. manque, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où il est écrasé.

Ep. i. P., cellules petites, un peu étirées tangentiellement, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où elles sont écrasées, et chez *Malvastrum*, où elles sont grandes, carrées et à parois interne et latérales épaisses.

Ep. e. S., cellules allongées radialement, à parois latérales et interne fortement épaissies, présentant une ligne lumineuse.

Tf. e. S., cellules à parois épaisses, à contenu brun foncé, excepté chez *Adansonia*, *Gossypium* et *Thespesia*, où elles ressemblent à celles du *Tf. i. S.*, formant ainsi un *Tf. S.* homogène.

Tf. i. S., cellules plus ou moins écrasées et souvent gélifiables.

Ep. i. S., cellules petites, étirées tangentiellement, excepté chez *Gossypium* et *Thespesia*, où elles se confondent avec les cellules du *Tf. S.*

13. — TERNSTROEMIACÉES.

Bibliographie : Cavara (*39*), Pritzel (*200*), Szyszylowicz et Gilg E.-P. (*55*), Pitard (*197*).

Genres *Thea* (1), *Stachyurus*.

Les auteurs, se plaçant d'ailleurs à des points de vue très spéciaux, ne donnent qu'un vague aperçu de l'anatomie des graines des plantes qu'ils ont examinées.

14. — GUTTIFÈRES.

Bibliographie : de Lanessan (*51*), Engler E.-P. (*55*).

Genre *Garcinia*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Le premier auteur n'indique pas clairement la provenance des deux couches du spermoderme charnu de cette graine.

15. — HYPÉRICACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Brandza (*27*), Guignard (*79, 80*), Engler E.-P. (*55*).

GENRE *Hypericum* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé aux dépens de la primine et de la secondine. Nucelle résorbé. Une assise persistante de l'albumen.

Ep. e. P., cellules tangentiellement étirés, à paroi externe épaisse et convexe.

Ep. i. P., cellules grandes, tangentiellement étirées, à parois bombées vers l'intérieur.

Ep. e. S., cellules plus ou moins allongées radialement, à parois très épaisses.

Tf. S., *Ep. i. S.* } écrasés.

16. — MYRISTICACÉES.

BIBLIOGRAPIE : Voigt (*255, 256*), Hallström (*84*), Prantl E.-P. (*55*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch (*239*), Vogl (*254*), Wiesner (*272*).

GENRE *Myristica* (3).

OVULES anatropes à deux téguments formés de plusieurs assises de cellules chacun.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle. Il est à remarquer que la secondine ne subsiste qu'au sommet de la graine, et que les assises profondes varient de caractères en se substituant aux assises manquantes qui les précèdent.

Ep. e. P., cellules à parois épaisses, prismatiques, courtes ou tabulaires.

Tf. e. P., plusieurs assises de cellules parenchymateuses un peu aplaties, à méats assez grands.

Tf. m. P., une assisse de cellules prismatiques peu épaisses, sans méats, formant une palissade basse.

Tf. i. P., une assise de cellules prismatiques peu épaisses formant une palissade haute. — En certains endroits, cette assise se dédouble en éléments plus courts, mais qui, superposés, ont à peu près la même hauteur que celles disposées en une assise.

Ep. i. P., cellules palissadiques très longues et étroites, à parois très épaisses, cristalligènes.

Ep. e. S. une assise } cellules fibreuses ou tabulaires,
Tf. e. S. une assise } allongées tangentiellement, à parois très épaisses, canaliculées.

Tf. i. S. } parenchyme écrasé.
Ep. i. S. }

Ep. N. à la base de la graine comme à l'*Ep. i. P.*, au milieu comme à l'*Ep. e. S.*, au sommet comme au *Tf. i. S.*

Tf. e. N., une assise à la base, comme à l'*Ep. e. S.*, audessus comme au *Tf. i S.*

Tf. i. N. plusieurs assises parenchymateuses écrasées.

17. — BERBÉRIDACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Pammel, Borniss et Thomas (*185*).

Genres *Berberis* (6), *Caulophyllum* (1), *Jeffersonia* (1), *Diphylleia* (1), *Podophyllum* (1), *Epimedium* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules prismatiques à cuticule résistante ; parois interne et latérales fortement sclérifiées.

Tf. e. P., une assise de cellules cubiques à contenu brun-rouge.

Tf. i. P., 6 à 8 assises de cellules écrasées.

Ep. i. P., cellules arrondies, un peu aplaties, à parois très épaisses, laissant entre elles de grands méats.

Ep. e. S., cellules tubulaires contenant du tannin.
Tf. S. } cellules à parois minces écrasées.
Ep. i. S. }

18. — CAPPARIDACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Pax E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Guignard (*79, 80*).

Genres *Capparis* (1), *Cleome* (4), *Dactylaena* (1), *Polanisia* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et, dans le voisinage du micropyle et de la chalaze, par le nucelle.

Ep. e. P., grandes cellules carrées à paroi externe épaisse, sauf chez certains *Cleome*, où elles forment de très longs poils (*C. arabica*), ou bien où elles sont en partie et par places allongées radialement (*C. speciosa*).

Ep. i. P., grandes cellules allongées tangentiellement.

Ep. e. S., cellules allongées radialement, à parois très épaisses et clérifiées.

Tf. S., cellules très allongées tangentiellement, excepté chez *Capparis* où elles ont des parois épaisses.

Ep. i. S., cellules étirées tangentiellement, à paroi interne sclérifiée.

19. — CRUCIFÈRES.

Bibliographie : Schroeder (*219*), Sempolowski (*221*), Strandmark (*228*), von Höhnel (*260*), Uloth (*242*), Abraham (*1*), Vesque (*251*), von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Moeller (*161*), Schimper (*212*), Nevinny (*170*), Gérard (*63*) Tschirch (*238*), Tschirch und Oesterle (*240*), D'Arbaumont (*48*), Holfert (*104*), Kinzel (*124*), Guignard (*78,80*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*104*), Claes et Thyes (*45*) Burchard (*35*), Pammel (*180*), Vogl (*254*), Prantl E.-P. (*55*), Pieters and Charles (*194*).

Genres, *Alyssum*, *Barbarea*, *Berteroa*, *Biscutella*, *Brassica*, *Bunias*, *Capsella*, *Cheiranthus*, *Clypeola*, *Diplotaxis*, *Eruca*, *Erysimum*, *Farsetia*, *Hesperis*, *Iberis*, *Isatis*. *Lepidium*, *Lunaria*, *Malcolmia*, *Matthiola*, *Myagrum*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Sinapis*, *Sisymbrium*, *Thlaspi*.

Ovules à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. L'albumen persiste en partie sous forme d'une « assise protéique » bien visible et de couches très aplaties. comprimées, formant la « lame nacrée » des auteurs.

Ep. e. P., cellules à mucilage, excepté chez *Berteroa*, *Barbarea*, *Biscutella*, *Cheiranthus*, *Iberis* et *Thlaspi*, où les parois externes sont fortement épaissies, chez *Lunaria*, *Bunias*, *Farsetia*, *Myagrum*, où toutes les parois sont minces, et chez *Isatis*, *Clypeola* et *Rapistrum*, où les cellules sont en outre écrasées.

Tf. P. généralement absent, excepté chez *Brassica*, *Clypeola*, *Eruca*, *Diplotaxis*, *Lepidium*, *Isatis*, *Lunaria*, *Myagrum*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Sinapis*, *Thlaspi*, et alors plus ou moins écrasé.

Ep. i. P., cellules généralement pourvues d'épaississements en fer à cheval, excepté chez *Bunias*. *Cheiranthus*, *Isatis*, *Clypeola*, *Erysimum*, *Lunaria*, *Matthiola*, *Myagrum*, *Rapistrum*, où elles ont toutes les parois minces, et chez *Farsetia*, *Hesperis* et *Sisymbrium*, où seule la paroi interne est épaissie.

Ep. e. S. }
Tf. S. } écrasés.

Ep. i. S. écrasé, sauf chez *Lunaria biennis*, où les cellules ont des épaissements en fer à cheval, et chez *Matthiola*, où toutes les parois sont épaissies.

20. — AMPÉLIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Bordzilowski (*24*), Brandza (*27*), Gilg E.-P. (*55*).

GENRES *Ampelopsis* (1), *Vitis* (1).

PÉRICARPE charnu provenant en majeure partie de la division répétée de l'hypoderme interne du péricarpe.

OVULES anatropes à deux téguments, la primine à plusieurs assises et la secondine à trois assises de cellules.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules carrées à paroi externe bombée recouverte d'une cuticule.

Tf. P., 4 (*Ampelopsis*) à 8 (*Vitis*) assises de cellules avec (*Ampelopsis*) ou sans raphides.

Ep. i. P., cellules prismatiques en une assise cristalligène (*Ampelopsis*) ou dédoublées en deux assises non cristalligènes, à parois épaisses (*Vitis*).

Ep. e. S. ; cellules petites, prismatiques, étroites, à parois sclérifiées.

Tf. S. ; une assise de grandes cellules carrées à parois latérales plissées, parfois recloisonnées tangentiellement.

Ep. i. S. ; petites cellules tabulaires.

21. — DROSÉRACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Korzschinsky (*129*), Lang (*134*), Drude E.-P. (*55*), Holzner (*109*).

GENRES *Aldrovandia* (1), *Drosera* (3), *Drosophyllum* (1).

PÉRICARPE à cellules à parois minces.

OVULES à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules arrondies portant parfois de courtes excroissances tubulaires (*Drosera intermedia*).

Tf. P., résorbé formant des lacunes aérifères.

Ep. i. P., cellules arrondies.
Ep. e. S. { cellules plus ou moins écrasées, allongées.
Ep. i. S. { longitudinalement.

22. — PIROLACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Artopœus (*8*).

Genre *Pirola.*

Ovules anatropes à un tégument de deux assises de cellules.

Remarque : Le développement de l'ovule en graine n'a pas été étudié au point de vue histologique.

23. — SAPINDACÉES.

Bibliographie : Rosenberg (*208*), Radlkofer E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

Genre *Magonia* (1), *Cardiospermum* (2), *Kœlreuteria*, *Xanthoceras*.

Ovules campylotropes à deux téguments assez épais.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules ordinairement allongées radialement, à parois toutes épaisses, parfois (*Xanthoceras*) les latérales très fortement épaissies au milieu. — Dans *Cardiospermum* près de l'arille, cellules cristalligènes à parois minces.

Tf. e. P., plusieurs assises de cellules sclérifiées, parfois palissadiques (*Xanthoceras*).

Tf. m. P. non différencié (*Koelreuteria*) ou à plusieurs assises sclérifiées (*Cardiospermum*) ou parenchymateuses écrasées (*Xanthoceras*).

Tf. i. P., ordinairement parenchyme à cellules allongées tangentiellement, parfois (*Xanthoceras*) cellules sclérifiées, plus ou moins carrées.

Ep. i. P. ; comme au *Tf. i. P.*

Ep. e. S; cellules à parois minces (*Xanthoceras*), ou très épaisses (*Kœlreuteria*), ou à épaississements spiralés (*Cardiospermum*).

Tf. S., homogène à 5 ou 6 assises parenchymateuses *Cardiospermum*), ou différencié en :

Tf. e. S., 2 (*Kœlreuteria*) ou 4 (*Xanthoceras*) assises plus ou moins écrasées.

Tf. i. S., 1 (*Kœlreuteria*) ou 5 (*Xanthoceras*) assises de cellules tangentielles à parois épaisses.

Ep. i. S., cellules tabulaires à parois minces (*Cardiospermum*), ou cellules petites (*Xanthoceras*) ou pyriformes (*Kœlreuteria*) à parois épaisses.

Nucelle résorbé, ou (chez *Kœlreuteria*) formant une lame réfringente.

24. — ACÉRACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Holfert (*104*), Pax E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

GENRES *Staphylea* (2), *Acer* (10).

OVULES campylotropes (*Acer*) ou anatropes (*Staphylea*) à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle (*Acer*) ou par la primine et le nucelle (*Staphylea*).

Ep. e. P., cellules plus ou moins grandes à parois toutes épaisses (*Staphylea*) ou l'externe seule épaisse (*Acer*).

Tf. e. P., 1 assise de cellules à parois minces écrasées (*Acer*) ou plusieurs assises sclérifiées (*Staphylea*) à cavités oblitérées.

Tf. m. P. non différencié (*Acer*) ou à plusieurs assises de cellules sclérifiées, à cavités larges (*Staphylea*).

Tf. i. P., parenchyme plus ou moins fortement écrasé.

Ep. i. P., cellules à parois minces, écrasées (*Staphylea*) ou non et cristalligènes (*Acer*).

Ep. e. S. (*Acer*), cellules petites, tangentielles, à parois minces.

Tf. S., 2 ou 3 assises de cellules grandes, tangentielles, à parois minces.

Ep. i. S., cellules tabulaires, à parois minces.

Ep. N. écrasé (*Acer*) ou à cuticule seule visible (*Staphylea*).

Tf. N. écrasé en une lame réfringente.

Alb. nul (*Acer*) ou abondant (*Staphylea*).

25. — MÉLIANTHACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Gürke E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

GENRE *Melianthus* (3).

OVULES anatropes à deux téguments ; primine très épaisse.

SPERMODERME formé par la primine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules palissadiques à parois externe et latérales très épaisses.

Tf. P., parenchyme écrasé, à assises externes cristalligènes.

Ep. i. P., cellules écrasées.

Secondine résorbée.

Ep. N., cuticule seule présente.

Alb. abondant.

REMARQUE. La structure des graines de *Melianthus* se rapproche beaucoup de celles des graines de *Staphylea*. D'ailleurs plusieurs botanistes ont, avec quelque raison, formé de ce dernier genre et de quelques genres voisins une famille spéciale, les Staphyléacées.

26. — CÉLASTRACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Holfert (*104*), Lösener E.-P. (*55*), Baroni (*12*), Billings (*20*).

GENRES *Evonymus* (2), *Stackhousia* (1).

PÉRICARPE (*Evonymus*) : *Ep. e.*, à cellules radialement allongées, renfermant des corpuscules colorés.

Tf., cellules parenchymateuses arrondies renfermant des granules incolores et du tanin.

Ep. i., cellules tabulaires.

OVULES anatropes à un tégument assez épais.

Spermoderme présentant chez l'*Evonymus* la constitution suivante :

Ep. e. T., cellules grandes s'étendant tangentiellement, à parois externe et interne bombées, l'externe fortement épaissie et recouverte d'une cuticule.

Tf. T., plusieurs assises parenchymateuses, plus ou moins écrasées, à contenu oléagineux.

Ep. i. T., cellules palissadiques plus ou moins longues, à parois sclérifiées, ponctuées.

Alb. aleurique et oléagineux.

27. — CARYOPHYLLACÉES.

Bibliographie : Hegelmaier (*95*), Strandmark (*228*), Warming (*266*), Vesque (*250*), Petermann (*190*), Godfrin (*66*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Claes et Thyes (*43*, *44*, *45*), Nicotra (*171*), Weberbauer (*267*).

Genres *Alsine* (1), *Arenaria* (6), *Honkenya* (1), *Cerastium* (7), *Drymaria* (1), *Heliosperma* (1), *Holosteum* (1), *Polycarpon* (2), *Sagina* (1), *Spergula* (2), *Spergularia* (2), *Stellaria* (4), *Agrostemna* (1), *Cucubalus* (1), *Dianthus* (2), *Gypsophila* (2), *Lychnis* (3), *Melandrium* (2), *Saponaria* (3), *Silene* (4), *Tunica*, *Viscaria* (1).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* dont la cuticule est seule visible.

Ep. e. P., Cellules grandes à paroi externe épaissie en plusieurs couches formant vers l'intérieur des papilles et recouverte d'une cuticule frangée, excepté chez *Cucubalus*.

Ep. i. P., cellules plus ou moins fortement étirées tangentiellement ; chez *Stellaria*, elles sont carrées et cristalligènes ; chez *Agrostemna* et *Cucubalus*, cette assise se dédouble une ou deux fois et les cellules forment entre elles des méats.

Ep. e. S., cellules résorbées à part la cuticule, excepté

chez *Alsine*, *Arenaria*, *Honkenya*, *Spergularia*, *Dianthus*, *Gypsophila*, *Saponaria*, *Tunica*, où elles sont étirées tangentiellement.

Ep. i. S., cellules étirées tangentiellement, excepté chez *Spergula* et *Agrostemna* où elles sont totalement comprimées.

Ep. N., cuticule seule visible.

28. — OXALIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Lohde (*142*), Lojacono (*144*), Reiche E.-P. (*55*), Billings (*20*).

GENRE *Oxalis* (18).

OVULES anatropes à deux téguments, la primine à 5 assises, la secondine à 3 assises de cellules.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle. Albumen présent ou absent, suivant les espèces.

Ep. e. P., *Tf. P.* { tissu parenchymateux, transparent, herbacé, persistant jusqu'à la dissémination.

Ep. i. P., réduit en une pellicule gélifiable, soit entièrement ou par places suivant les espèces ; dans ce dernier cas, le reste présente des cellules fortement sclérifiées et cristalligènes.

Ep. e. S., cellules allongées longitudinalement à parois plus ou moins épaisses.

Tf. S., *Ep. i. S.*, { plus ou moins écrasés.

REMARQUES : Ces caractères sont déduits des observations de Lojacono et surtout de Billings dont le mémoire est accompagné de bonnes figures qui excluent le doute. La description de Lohde, toute différente, me parait entachée de beaucoup d'inexactitudes.

29. — LINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Cramer (*47*), Hofmeister (*103*), Berg (*17*). Fluckiger (*59*), Garcke (*61*), von Schroff (*263*), Nobbe (*172*), Sempolowski (*221*), Kühn (*133*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Mœller (*161*), Schimper (*212*), Holfert (*104*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Macé (*150*), Vanden Berghe (*243*), Claes et Thyes (*45*), Guignard (*79*, *80*), Vogl (*254*), Wiesner (*272*), Billings (*20*).

GENRE *Linum* (4).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine. Albumen en partie résorbé.

Ep. e. P., cellules grandes, cubiques, à mucilage fourni par les parois épaisses d'après les uns, mais plus probablement par un contenu, d'après les autres.

Tf. P., une assise de cellules à parois un peu épaissies.

Ep. i. P., cellules sclérifiées, bombées vers l'intérieur.

Ep. e. S., cellules en fibres, allongées longitudinalement, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., écrasé.

Ep. i. S., cellules tabulaires, à parois épaisses, à contenu brun.

30. — GÉRANIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Vesque (*226*), Marloth (*152*), Olbers (*173*), Raunkaier (*203*), De Toni (*52*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*25*, *27*), Billings (*20*).

GENRES *Erodium* (11), *Geranium* (16), *Pelargonium* (5), *Monsonia* (1).

OVULES campylotropes à deux téguments de trois assises chacun.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules plus ou moins grandes, à paroi externe infléchie, à parois latérales épaissies.

Tf. P., une, rarement 2 assises de cellules plus ou moins petites, à parois plus ou moins épaissies.

Ep. i. P., cellules prismatiques à parois très épaisses, à cavité cellulaire réduite et à ligne lumineuse.

Ep. e. S., cellules prismatiques à parois plus ou moins épaisses, surtout les latérales et externe.

Tf. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

31. — TAMARICACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Niedenzu E.-P. (*55*), Pritzel (*200*).

GENRE *Fouquiera*.

Je n'ai pu me procurer qu'une analyse du travail de Pritzel, le rapporteur n'entre pas dans les détails de la structure de la graine de *Fouquiera*, mais l'auteur, paraît-il, se base sur cette structure pour séparer ce genre de la famille des Tamaricacées.

32. — HIPPOCASTANÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Kayser (*123*), Pax E.-P. (*55*), Guérin (*74*).

GENRE *Æsculus* (1).

OVULES campylotropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules radialement étirées, à parois brunes très épaisses qui produisent des diverticules variables vers l'intérieur de la cavité cellulaire.

Tf. P., nombreuses assises de cellules méatiques à parois de moins en moins épaisses et ponctuées à mesure que l'on s'avance vers l'intérieur.

Ep. i. P., une assise se confondant avec le *Tf. P.*
Ep. e. S., cellules isodiamétriques à parois minces.
Tf. S., 2 assises de cellules rondes à parois minces.
Ep. i. S., cellules petites, rondes, à parois épaisses.

33. — POLYGALACÉES.

Bibliographie : Röber (*204*), Chodat et Rodrigue (*42*), Rodrigue (*205*), Chodat E.-P. (*55*).

Genre *Polygala* (6).

Ovules à deux téguments de deux assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois d'un faible reste de l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules à parois épaisses; des poils unicellulaires.

Ep. i. P., cellules palissadiques, cristalligènes, à parois latérales et interne très épaisses.

Ep. e. S. }
Ep. i. S. } écrasés.

34. — FUMARIACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl und Kündig E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Meunier (*159*), Tischler (*233*).

Genres *Adlumia, Corydalis, Dicentra, Fumaria.*

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et une partie du nucelle.

Ep. e. P., cellules à paroi externe bombée vers l'extérieur, à parois interne et latérales émettant des fibrilles cellulosiques qui remplissent la cavité cellulaire, excepté chez *Fumaria* où les cellules sont étirées tangentiellement.

Tf. P., généralement absent, excepté chez *Fumaria* où il est parenchymateux, méatique.

Ep. i. P., cellules étirées tangentiellement, plus ou moins arrondies.

Ep. e. S. écrasé, cuticule visible.

Tf. S. écrasé.

Ep. i. S., cellules un peu aplaties, à parois striées, excepté chez *Fumaria*.

Ep. N., cellules à cuticule.

Tf. N., quelques restes.

35. — RÉSÉDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Hellwig E.-P. (*55*), Brandza (27), Guignard (*79, 80*).

GENRE *Reseda* (4).

OVULES campylotropes, à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine. Albumen offrant une assise persistante.

Ep. e. P., cellules à paroi externe épaissie, allongée en papille (sauf chez *R. lutea* et *odorata*).

Ep. i. P., cellules petites, cristalligènes.

Ep. e. S., cellules à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., cellules écrasées, comprimées.

Ep. i. S., cellules légèrement écrasées.

36. — VIOLACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Strandmark (*228*), Röber (*204*), Warming (*266*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Reiche und Taubert E.-P. (*55*).

GENRE *Viola*.

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine, très semblable à celui des Résédacées.

Ep. e. P., cellules à mucilage, à cuticule et à parois latérales pourvues d'épaississements réticulés.

Tf. P., une assise de cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules cristalligènes plus ou moins écrasées.

Ep. e. S., cellules à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. S. plus ou moins écrasé.

37. — BALSAMINACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Heinricher (*100*), Brandza (*27*), Guignard (*79, 80*), Warburg und Reiche E.-P. (*55*).

Genre *Impatiens*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine. Albumen offrant une « assise protéique » persistante.

Ep. e. P., cellules tabulaires ou prolongées extérieurement en papilles, à parois externe et latérales épaisses.

Tf. e. P., cellules plus ou moins aplaties, à parois épaissies à l'assise externe.

Tf. i. P. }
Ep. i. P. } écrasés.

Ep. e. S. }
Tf. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

38. — TROPAEOLACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Warming (*266*), Holfert (*104*), Reiche E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Kayser (*123*), Buchenau E. (*56*).

GENRE *Tropaeolum* (1).

OVULES à deux téguments soudés.

SPERMODERME formé par le tissu chalazien, les téguments étant résorbés, selon Kayser, par l'unique tégument selon Brandza.

Assise épidermoïde, cellules arrondies à parois minces.

Tf. e., 5 assises de cellules arrondies un peu aplaties.

Tf. i., 4 assises de cellules parenchymateuses à contenu foncé.

Plusieurs assises écrasées.

Sous-classe II. — **Dialypétales périgynes.**

---

39. — ROSACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Tschierke (*235*), Focke E.-P. (*55*), Olbers (*175*), Holfert (*104*), Attema (*9*), Péchoutre (*187*, *188*).

Comme pour les Renonculacées, il est nécessaire de considérer les Rosacées — famille par enchainement — en les groupant en tribus.

TRIBU des **Spiraeées**: GENRES *Spiraea*, *Rhodotypus*.

OVULES anatropes à deux téguments libres ou plus ou moins soudés en un seul, plus ou moins épais.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., ou *T.*; cellules grandes, rectangulaires, (*Rhodotypus*), ou à paroi externe épaisse, colorée.

Tf. P.
Ep. i. P.
Ep. e. S. } ou *Tf. T.* écrasés.
Tf. S.

Ep. i. S. ou *T.* ; cellules plus ou moins rectangulaires, à parois colorées.

Nucelle résorbé.

Alb. 1 (*Spiraea*) ou 17 (*Rhodotypus*) assises, l'externe protéique.

Une lame nacrée.

TRIBU des **Agrimoniées**: GENRES *Agrimonia*, *Sanguisorba*, *Poterium*, *Alchemilla*.

PÉRICARPE (*Agrimonia*).

Ep. e., cellules tabulaires, petites.

Tf. e., 3 assises écrasées.

Tf. m., 1 assise de cellules cubiques, sclérifiées.

Tf. i. } écrasés.
Ep. i. }

OVULES à deux téguments peu distincts ou confondus (*Agrimonia*, *Sanguisorba*, *Poterium*) ou franchement à un tégument (*Alchemilla*)[1] comprenant ensemble de 4 à 8 assises.

SPERMODERME formé par le ou les deux téguments.

Ep. e. P. ou *T.* écrasé (*Agrimonia*) ou à cellules tabulaires (*Sanguisorba*) ou à parois cutinisées (*Alchemilla*) ou à paroi externe pourvue de petites aspérités (*Poterium*).

Tf. P. }
Ep. i. P. } ou *Tf. T.* écrasés.
Ep. e. S. }
Tf. S. }

Ep. i. S. ou *T.* écrasé, rarement reconnaissable (*Agrimonia*), à cellules cubiques.

Alb. 1 assise protéique.

Une lame nacrée.

TRIBU des **Rosées** : GENRE *Rosa* (2).

OVULES anatropes à deux téguments intimement confondus, de 4 assises chacun.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules tabulaires à parois minces cutinisées, l'externe un peu plus épaisse.

Tf. P. écrasé.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois cutinisées.

Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S. }

Ep. i. S., cellules plus ou moins rectangulaires.

Alb. une assise de grandes cellules.

Une lame nacrée.

[1] On sait aujourd'hui que les ovules d'*Alchemilla* n'ont pas de micropyle et que la fécondation y est chalazogame.

TRIBU des **Rubées** : GENRE *Rubus*.

OVULES à deux téguments confondus ; la primine à 4 assises, la secondine à 2 assises.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules polyédriques à paroi externe épaissie.

Tf. e. P., 1 assise de cellules polyédriques à parois minces.

Tf. i. P., 1 assise } écrasés.
Ep. i. P., 1 assise }

Ep. e. S. } cellules cubiques à parois minces et colorées.
Ep. i. S. }

Alb., 6 assises persistantes.

Une lame nacrée.

TRIBU des **Potentillées** : GENRES *Dryas*, *Geum*, *Fragaria*, *Potentilla*.

OVULES généralement à un tégument de 4 assises cellulaires, parfois *(Dryas)* à deux téguments, la primine à 4 assises, la secondine à 3 assises.

SPERMODERME formé par le ou les téguments.

Ep. e. P. ou *T.* écrasé, à paroi externe épaissie, seule reconnaissable (*Fragaria*), ou cellules aplaties à paroi externe épaissie (*Geum*), ou cellules rectangulaires à parois plus ou moins épaissies. *(Dryas, Potentilla)*.

Tf. T. écrasé (*Fragaria, Potentilla*), ou à 2 assises de cellules à parois minces (*Geum*), ou bien *(Dryas)* :

Tf. e. P. 1 assise de cellules à parois minces.

Tf. i. P. }
Ep. i. P. }
Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S. }

Ep. i. S. ou *T.* écrasé *(Fragaria, Potentilla)*, ou à cellules très grandes, cubiques, à parois minces, les latérales plissées (*Geum*), ou cellules à parois minces colorées (*Dryas*).

Alb. 1 (*Geum*, *Fragaria*, *Potentilla*) ou 8 (*Dryas*) assises protéiques.

Une lame nacrée.

REMARQUE. Le genre *Dryas*, par la structure de son spermoderme et de ses ovules, diffère considérablement des autres Potentillées, ce qui justifierait son classement dans une tribu spéciale.

TRIBU des **Quillajées** : GENRES *Quillaja*, *Exochorda*.

OVULES à deux téguments ; primine à 5 assises, secondine à 4 assises.

SPERMODERME formé par les deux téguments.

Ep. e. P., cellules plus ou moins cubiques, à paroi externe épaisse.

Tf. e. P., 2 assises à parois minces.

Tf. i. P., 1 assise écrasée (*Quillaja*) ou à cellules à parois minces (*Exochorda*).

Ep. i. P.
Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S.

Ep. i. S. écrasé (*Quillaja*), ou à cellules à parois minces (*Exochorda*).

Alb. 1 assise protéique.

Une lame nacrée.

REMARQUE. La lame nacrée, chez les Rosacées, a pour origine des assises internes de cellules de l'albumen fortement comprimées après que leur contenu a été entièrement résorbé.

40. — LÉGUMINEUSES.

BIBLIOGRAPHIE : Bischoff (*21*), Schleiden (*214*, *215*), Bergh (*17*), Le Monnier (*135*), Sorauer (*226*), Strasburger (*229*), Nobbe (*172*), Wiesner (*272*), Wittmack (*275*), Sempolowski (*221*), Strandmark (*228*), Chalon (*40*),

Haberlandt (*82*), Junowicz (*119*), Beck (*15*), Godfrin (*66*), Marloth (*152*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Moeller (*161*), Pammel (*178*), Schimper (*212*), Gérard (*63*), Blondel (*22*), Holfert (*104*), Mattirolo e Buscalioni (*154*, *155*, *156*), Macchiati (*149*), Hérail et Bonnet (*101*), Macé (*150*), Tschirch und Oesterle (*240*), Claes et Thyes (*45*), Schips (*213*), Pfäfflin (*191*), Vogl (*254*), Lindinger (*141*), Taubert E.-P. (*55*), Schmidt (*218*).

GENRES *Abrus* (1), *Acacia* (1), *Amphicarpaea* (1), *Anagyris* (2), *Arachis* (1), *Astragalus* (2), *Baptistia* (8), *Brachysema* (2), *Burtonia* (1), *Caragana* (1), *Ceratonia* (1), *Chorizema* (3), *Cicer* (1), *Clitoria* (1), *Colutea* (1), *Cyclopia* (1), *Cytisus* (3), *Daviesia* (5), *Desmodium* (2), *Dillwynia* (4), *Dolichos* (3), *Ervum* (1), *Gastrolobium* (3), *Genista* (1), *Glycyrrhiza* (1), *Gompholobium* (4), *Gymnocladus* (1), *Hedysarum* (1), *Isotropis* (1), *Jacksonia* (2), *Kennedya* (1), *Lablab* (1), *Lathyrus* (2), *Latrobea* (1), *Lotus* (1), *Lupinus* (2), *Medicago* (1), *Mirbelia* (1), *Mucuna* (1), *Onobrychis* (1), *Oxylobium* (3), *Phaseolus* (7), *Phyllota* (1), *Physostigma* (1), *Piptanthus* (1), *Pisum* (2), *Pocockia* (1), *Pultenea* (7), *Rhynchosia* (2), *Robinia* (1), *Securigera* (1), *Soja* (2), *Sphaerolobium* (2), *Tetragonolobus* (2), *Thermopsis* (6), *Trigonella* (1), *Vicia* (5), *Vigna* (1), *Viminaria* (1), *Wistaria* (1).

OVULES campylotropes à deux téguments, rarement à un seul (certains *Lupinus*).

SPERMODERME formé par la primine ou par le tégument unique, rarement par la primine et la secondine (*Gymnocladus*, *Lathyrus*, *Vicia*, *Pisum*).

Ep. e. P. ou *T.*, assise palissadique. présentant une ligne lumineuse, à cellules à parois fortement épaissies, rarement (*Arachis*) cellules rectangulaires à autres caractères moins évidents.

Hypod. P. ou *T.* ; cellules en sablier, à parois plus ou moins épaisses, manquant rarement (*Arachis*).

Tf. P. ou *T.* / *Ep. i. P.* ou *T.* } assises plus ou moins nombreuses de cellules parenchymateuses à parois plus ou moins épaisses de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Ep. e. S. rarement persistant et reconnaissable.

41. — PASSIFLORACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (*27*), Harms E.-P. (*55*).

Genres *Passiflora* (2), *Adenia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules petites, tabulaires, à paroi externe épaisse (*Passiflora*) ou cellules palissadiques à parois externe et interne très épaisses (*Adenia*).

Ep. i. P. ; cellules grandes, un peu allongées radialement, à paroi interne fortement épaissie formant deux protubérances vers l'intérieur (*Passiflora*), ou cellules à parois toutes minces, laissant entre elles et celles de l'*Ep. e. P.* de grandes lacunes traversées par des filaments pluricellulaires (*Adenia*).

Ep. e. S., cellules prismatiques noires, à parois très épaisses, sclérifiées, canaliculées.

Tf. S., 1 assise écrasée (*Passiflora*) ou non, à contenu homogène (*Adenia*).

Ep. i. S., 1 assise assez semblable à la précédente.

42. — PARONYCHIACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Meunier (*158*), Weberbauer (*267*).

Genres *Corrigiola* (1), *Herniaria* (1), *Illecebrum* (1), *Paronychia* (1), *Tcleranthus* (1).

Péricarpe : Eléments lignifiés confinés à l'*Ep. e.* (*Illecebrum*), ou à l'*hypod.* (*Paronychia*), ou formant deux assises cohérentes (*Corrigiola*), ou trois assises externes (*Scleranthus*), ou nuls (*Herniaria*).

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.* dont la cuticule est seule visible.

Ep. e. P., cellules tabulaires ou carrées, à paroi externe plus ou moins fortement épaissie.

Ep. i. P., cellules tabulaires.

Ep. e. S., cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. S., cellules plus ou moins étirées tangentiellement.

43. — PORTULACACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142, 143*), Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Brandza (*27*), Weberbauer (*267*).

Genres *Calandrinia, Claytonia, Talinum, Montia, Portulaca, Grahamia.*

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules allongées longitudinalement, excepté chez *Talinum et Grahamia.*

Tf. parenchymateux, sauf parfois à l'assise externe où les parois sont épaisses, excepté chez *Calandrinia* où plusieurs assises ont les parois épaisses.

Ep. i., cellules à parois épaisses.

Ovules campylotropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules grandes à paroi externe épaisse et formant toutes (ou certaines plus petites chez *Portulaca*) des stalactites, à paroi interne épaisse (sauf chez *Montia* et *Portulaca*).

Tf. P., quand il existe (*Claytonia, Montia*, certains *Calandrinia*), à cellules un peu aplaties, méatiques.

Ep. i. P., cellules plus ou moins légèrement aplaties (cristalligènes chez *Portulaca mucronata*).

Ep. e. S., cellules à cuticule, souvent totalement écrasées.

Ep. i. S., cellules plus ou moins fortement étirées tangentiellement, à parois striées.

Ep. N. à cuticule seule visible.

44. — AMYGDALÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*). Godfrin (*66*), Harz (*91*), Focke E.-P. (*55*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*), Péchoutre (*188*).

Genres *Cerasus* (2), *Prunus* (3), *Armeniaca* (1), *Amygdalus* (1), *Persica* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules petites, à parois épaisses, surtout l'externe recouverte d'une cuticule.

Tf. e., quelques assises de petites cellules à parois un peu épaissies, collenchymateuses.

Tf. m., assises plus ou moins nombreuses de grandes cellules parenchymateuses.

Tf. i., assises plus ou moins nombreuses de cellules petites, sclériflées, canaliculées.

Ep. i., multiple, à cellules petites, sclériflées, canaliculées.

Ovules à deux téguments ; primine de 5 à 8 assises, secondine de 3 à 6 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois le nucelle.

Ep. e. P., cellules irrégulièrement sphériques, de taille inégale, généralement grandes, à parois sclériflées, canaliculées, à cavité large, parfois notablement plus hautes (*Amygdalus*) ou très inégales (*Persica*).

Tf. P. } généralement écrasés, rarement persistants
Ep. i. P. } (*Persica*).

Ep. e. S. } écrasés.
Tf. S. }

Ep. i. S. écrasé (*Cerasus*, *Armeniaca*) ou persistant à cellules plus ou moins rectangulaires (*Prunus*, *Amygdalus*) ou à paroi interne épaissie (*Persica*).

Nucelle résorbé (*Prunus*, *Amygdalus*, *Persica*) ou écrasé (*Cerasus*, *Armeniaca*).

Alb. ; 1 assise de cellules cubiques grandes (*Armeniaca*) ou arrondies (*Amygdalus*, *Persica*) ou 12 (*Prunus*) ou 15 (*Cerasus*) assises de cellules cubiques.

Une lame nacrée.

45. — RHAMNACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Lindau (*140*), Brandza (*27*), Weberbauer E.-P. (*55*).

Genres *Rhamnus* (1), *Zizyphus* (1).

Ovules anatropes à deux téguments [1] de 7 assises de cellules.

Spermoderme formé par la primine et le nucelle, la secondine se résorbant.

Ep. e. P., cellules cubiques (*Rhamnus*) ou prismatiques (*Zizyphus*), à parois épaisses, sclérifiées et à cavité étoilée.

Tf. P., 5 assises } cellules écrasées.
Ep. i. P., 1 assise }

Ep. N., 1 assise de cellules petites, carrées, à parois épaisses, brunes.

46. — LYTHRACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Brandza (*25*, *27*), Koehne E.-P. (*55*), Correns (*46*), Grütter (*70*), Koehne E. (*56*).

Genres *Cuphea*, *Lythrum*.

[1] Brandza ne leur attribue qu'un tégument.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes (*Cuphea*) ou étroites (*Lythrum*) à parois épaisses. A la face interne de la paroi externe existe un prolongement mucilagineux, filiforme spiralé (*Cuphea*) ou droit (*Lythrum*).

Tf. P., plusieurs assises de cellules à parois un peu épaissies, contenant protoplasme, chlorophylle et amidon (*Cuphea*) ou parenchymateuses, l'assise moyenne formée de cellules plus grandes, l'interne écrasée (*Lythrum*).

Ep. i. P., cellules cristalligènes, plus ou moins cubiques, à parois interne et latérales fortement sclérifiées dont (chez *Lythrum*) l'ensemble forme une bande très réfringente.

Ep. e. S., cellules allongées longitudinalement, à cavité réduite, les parois étant fort épaissies, tout au moins (chez *Lythrum*) l'interne et les latérales, pourvues (chez *Cuphea*) de stries entrecroisées.

Ep. i. S., cellules allongées longitudinalement, à parois faiblement épaissies (*Cuphea*) ou à parois interne et latérales épaisses et à cavité réduite (*Lythrum*).

Ep. N. }
Tf. N. } écrasés.

47. — MÉLASTOMACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Krasser E.-P. (*55*).

Genre *Centradenia* (1).

Ovules à deux téguments.

Les graines des plantes de cette famille n'ont pas encore fait l'objet de recherches anatomiques.

48. — POMACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Harz (*91*),

Gérard (*63*), Bordzilowski (*24*), Focke E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*101*), Péchoutre (*188*).

Genres *Pirus* (2), *Malus* (1), *Sorbus* (1), *Cydonia* (1), *Chænomeles* (1), *Amelanchier* (1), *Photinia* (1), *Crataegus* (1), *Mespilus* (1), *Cotoneaster* (1).

Péricarpe résultant de la soudure du calice avec le tissu carpellaire.

Ep. e. de forme assez variable, pourvu d'une cuticule plus ou moins épaisse.

Tf. e., cellules ordinairement petites, souvent mêlées d'éléments sclérifiés.

Tf. m. (mésocarpe) formé en majeure partie par le parenchyme correspondant au calice, en faible partie par les carpelles, à cellules grandes parenchymateuses.

Tf. i. souvent assez semblable au *Tf. e.*, parfois plus ou moins sclérifié (*Pirus*, *Sorbus*, *Mespilus*), ou mucilagineux (*Cydonia*).

Ep. i, cellules à parois épaisses, plus ou moins fortement mucilagineuses.

Ovules à deux téguments ; primine de 5 (*Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), 7 à 9 (*Sorbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*, *Photinia*), ou 12 ou 13 assises (*Pirus*, *Malus*) ; secondine de 3 (*Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), 4 ou 5 (*Sorbus*, etc.), 6 (*Pirus*) ou 7 assises (*Malus*).

Spermoderme formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules petites, rectangulaires (*Chœnomeles*, *Mespilus*, *Cotoneaster*) ou cubiques, et dans ce cas, à parois assez épaisses (*Malus*) ou très épaisses, la cavité étant très étroite (*Crateagus*) ou les cellules étant très grandes (*Photinia*), ou bien cellules plus ou moins hautes cylindriques (*Pirus*, *Cydonia*, *Amelanchier*, *Sorbus*), le plus souvent simplement gélifiables ou bien fortement (*Sorbus*) ou modérément (*Photinia*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*) mucilagineuses.

Tf. e. P., cellules sclérifiées polygonales en 9 (*Pirus*), 8 (*Malus*), 4 (*Sorbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*) assises, ou

arrondies en 6 (*Amelanchier*), ou 4 (*Photinia*) assises, ou cellules à parois minces, arrondies, un peu aplaties (*Mespilus*, *Cotoneaster*) ou écrasées (*Crataegus*). Les parois des cellules sont brunes dans *Sorbus* et *Amelanchier*.

Tf. i. P., 1 à 3 assises } écrasées, rarement (*Cràtaegus*)
Ep. i. P., 1 assise } persistantes et sans adhérence.

Ep. e. S., écrasé.

Tf. S., homogène, écrasé (*Photinia*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*), ou bien différencié en :

Tf. e. S., 1 ou 2 assises écrasées ;

Tf. i. S., 2 ou 3 assises de cellules à parois minces, grandes (*Pirus*), ou plus ou moins plates (*Malus*, *Sórbus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*).

Ep. i. S., cellules plus ou moins tabulaires, parfois assez grandes (*Mespilus*, *Cotoneaster*) à parois minces, parfois colorées (*Pirus*, *Crataegus*, *Mespilus*, *Cotoneaster*).

Ep. N., cellules carrées (*Malus*, *Sorbus*) ou rectangulaires (*Crataegus*), à paroi externe rarement très épaisse (*Malus*), ou cellules ne persistant pas toujours (*Pirus*, *Cydonia*, *Chænomeles*, *Amelanchier*, *Photinia*), ou jamais (*Mespilus*, *Cotoneaster*), et dans ces derniers cas, uni au *Tf. N.*

Tf. N. écrasé en une couche membraniforme.

Alb. ; 2(*Pirus*), 3 (*Malus*), 4 (*Sorbus*, etc.), 9 (*Mespilus*, *Cotoneaster*), ou 15 ou 16 (*Crataegus*) assises de cellules carrées plus ou moins persistantes.

Une lame nacrée.

49. — ARALIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Gérard (*63*), Voigt (*256*), Lindau (*140*), Harms E.-P. (*55*), Ducamp (*53*).

GENRES *Acanthopanax* (1), *Aralia* (2), *Hedera* (1), *Heptapleurum* (1), *Meryta* (1), *Oreopanax* (1), *Panax* (1.

Péricarpe : *Ep. e.* / *Tf. e.* } détruits.

Tf. m., 1 assise de cellules tabulaires à parois épaisses (*Hedera*), ou deux assises pareilles (*Meryta*), ou 6 assises environ de cellules à parois irrégulièrement épaissies (*Acanthopanax*), ou de fibres obliques (*Aralia racemosa*), ou bien *Tf. m.* détruit.

Tf. i., fibres longitudinales en 1 (*Heptapleurum*, *Oreopanax*), 2 (*Acanthopanax*, *Hedera*), 4 (*Aralia trifoliata*, *Panax*), 5 (*Aralia racemosa*), ou 7 (*Meryta*) assises.

Ep. i., cellules tabulaires à parois épaisses, rarement (*Aralia racemosa*) fibres longitudinales.

Ovules à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument :

Ep. e. T., cellules grandes à section carrée, à parois minces, l'externe un peu plus épaisse (*Heptopleurum*, *Oreopanax*, *Hedera*), ou cellules tabulaires.

Hypod. T. (chez *Aralia racemosa* seulement) semblable à l'*Ep. e. T.*, souvent écrasé.

Tf. T., / *Ep. i. T.*, } écrasés en une couche membraniforme.

50. — LORANTHACÉES.

Bibliographie : Decaisne (*49*), Engler E.-P. (*55*), Van Tieghem (*246*).

Genres *Viscum* (1), *Nuytsia* (1).

Ovules sans téguments. Dans la graine, l'embryon est protégé par un périsperme.

51. — RIBÉSIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Vesque (*251*), Engler E.-P. (*55*).

Genre *Ribes* (1).

Ovules à deux téguments.

L'anatomie des graines de cette famille n'a pas encore été faite.

52. — CACTACÉES.

Bibliographie : Montemartini (*163*), Schumann E.-P. (55).

Genre *Opuntia*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Je n'ai pu me procurer le travail de Montemartini.

53. — MÉSEMBRYANTHÉMACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (55), Meunier (*158*), Weberbauer (*267*).

Genres *Mesembryanthemum* (6), *Telephium* (1), *Tetragonia* (1).

Péricarpe : 2 ou plusieurs assises externes sclérifiées.

Ovules campylotropes à deux téguments de 2 assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et la cuticule de l'*Ep. N.*

Ep. e. P., cellules à parois minces aplaties, à contenu brun (*Tetragonia*) ou bien cellules carrées (*Mesembryanthemum*) ou prismatiques (*Telephium*), à paroi externe très épaisse, bombée en coupole, formant intérieurement des creux avec (*Mesembryanthemum*) ou sans (*Telephium*) stalactites, recouverte d'une cuticule plus ou moins épaisse.

Ep. i. P., cellules aplaties tangentiellement, à parois généralement peu épaisses, cristalligènes (*Mesembryanthemum*, *Tetragonia*), ou bien cellules grandes, allongées radialement, à contenu brun (*Telephium*).

Ep. e. S., cellules plus ou moins fortement écrasées, à cuticule seule distincte.

Ep. i. S., cellules à parois striées, tantôt arrondies et plus ou moins étirées tangentiellement (*Mesembryanthemum*, *Telephium*), tantôt grandes, carrées (*Tetragonia*).

Ep. N. écrasé à cuticule seule distincte.

54. — MYRTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Baroni (*13*), Niedenzu E.-P. (*55*).

GENRE *Eugenia* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules très serrées les unes contre les autres ; pas de stomates.

Tf. e., plusieurs assises de cellules isodiamétriques, parenchymateuses.

Tf. m., quelques assises cristalligènes.

Tf. i., 2 assises à contenu coloré.

Ep. i., cellules à contenu coloré.

OVULE anatrope ou campylotrope.

SPERMODERME souvent écrasé en une pellicule cornée ou coriace, parfois une assise persistante intimement soudée au péricarpe.

55. — LOASACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Brandza (*27*), Gilg E.-P. (*55*).

GENRES *Blumenbachia*, *Loasa*, *Microsperma*.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument partiellement résorbé.

Ep. e. T., cellules à parois latérales très épaisses, ou bien (*Microsperma*) petites cellules tabulaires à contenu bleu et à cuticule à reliefs.

Tf. e. T. résorbé (sauf chez *Microsperma*).

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } résorbés.

56. — ONAGRACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Röber (*274*), Vesque (*251*), Harz (*91*), Brandza (*25*, *27*), Holfert (*104*), Raimann E.-P. (*55*), Kayser (*123*), Gibelli e Ferrero (*65*).

GENRES *Boisduvalia* (1), *Clarkia* (1), *Epilobium* (1), *Godetia* (1), *Oenothera* (2), *Trapa* (1).

OVULES anatropes à deux téguments ; primine à 2, rarement 3 (*Oenothera*) assises ; secondine à 2 assises.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et des restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules cubiques ou radialement allongées à paroi externe bombée, seule épaissie (certains *Oenothera*) ou à parois toutes épaissies (épaississements spiralés et sclérifiés chez *Trapa*).

Tf. P. (chez *Oenothera* seulement), 2 ou 3 assises de cellules plus ou moins écrasées.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois sclérifiées, les internes et latérales fortement épaissies (épaississements spiralés chez *Trapa*), à cavité plus ou moins oblitérée, parfois cristalligènes (certains *Oenothera*).

Ep. e. S., cellules petites, prismatiques ou fusiformes (*Trapa*), à parois plus ou moins fortement sclérifiées (épaississements spiralés chez *Trapa*).

Tf. S. (chez *Trapa* seulement) ; 0 à 2 assises semblables à l'*Ep. e. S.*

Ep. i. S., semblable à l'*Ep. e. S.* (*Trapa*, *Oenothera biennis*), ou bien cellules à parois minces.

Ep. N., cellules petites, cubiques.

Tf. N. écrasé.

57. — SAXIFRAGACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Röber (*204*), Vesque (*251*), Engler E.-P. (*55*).

GENRES *Chrysosplenium* (2), *Saxifraga* (3), *Heuchera* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules écrasées à cuticule résistante.

Ep. i. P.
Ep. e. S. } écrasés.
Ep. i. S.

58. — OMBELLIFÈRES.

BIBLIOGRAPHIE : Poisson (*198*), Harz (*91*), Tanfani (*230*, *231*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Hérail et Bonnet (*101*), Kayser (*120*, *123*), Tschirch und Oesterle (*240*), Briquet (*29*, *30*, *31*), Van Wisseling (*249*), Drude E.-P. (*55*), Bochman (*23*), Perrot (*189*).

GENRES *Daucus* (1), *Danaea* (1), *Conium* (1), *Scandix* (1), *Chaerophyllum* (3), *Fœniculum* (1), *Carum* (1), *Pimpinella* (3), *Bupleurum* (3), *Petroselinum* (1), *Oenanthe*, *Æthusa* (1), *Anethum* (1), *Cuminum* (1), *Coriandrum* (1), *Rhyticarpus*, *Angelica* (1), *Ægopodium* (1), *Apium* (1), *Cicuta* (1), *Heracleum* (1), *Pastinaca* (1), *Ptychotis* (1), *Anthriscus* (3).

PÉRICARPE à structure variable suivant les genres et même suivant les espèces:

Ep. e. glabre ou à poils raides, simples ou ramifiés (*Daucus Carota*).

Tf. parenchymateux, rarement collenchymateux, présentant des canaux résinifères d'origine variable et des ilots de sclérenchyme vers l'intérieur des faisceaux libéro-ligneux qui sont souvent rapprochés deux à deux.

Ep. i., cellules ordinairement allongées transversalement.

OVULES anatropes à un tégument, à nombreuses assises cellulaires.

Spermoderme formé par le tégument. Albumen abondant.

Ep. e. T., cellules aplaties, à parois minces, souvent écrasées, à contenu souvent coloré.

Tf. T. } résorbés ou tout au moins fortement écrasés
Ep. i. T. } contre l'albumen.

59 — HALORRHAGIDACÉES.

Bibliographie : Petersen E.-P. (55), Fauth (57).

Genres *Hippuris* (1), *Myriophyllum* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules tabulaires (*Myriophyllum*), ou volumineuse (*Hippuris*), polygonales de face, à paroi externe peu épaisse (*Myriophyllum*), ou très épaisses avec cuticule très développée et striée longitudinalement (*Hippuris*).

Tf. e., parenchyme plus ou moins lâche, à cellules de moins en moins grandes vers l'intérieur ; chez *Myriophyllum*, les extérieures renferment de l'oxalate de chaux, les intérieures un corps gras.

Tf. m., sclérenchyme à cellules tantôt isodiamétriques et à cavité assez grande (*Hippuris*), tantôt allongées tangentiellement (*Myriophyllum*).

Tf. i., sclérenchyme à cellules à parois sclérifiées et ponctuées, parfois allongées longitudinalement.

Ep. i., cellules sclérifiées, allongées, à cavité très réduite.

Ovules anatropes à un seul tégument.

Spermoderme formé par le tégument, et parfois (*Myriophyllum*) par des restes du nucelle. Graine caronculée.

Ep. e. T., cellules palissadiques et sclérifiées (*Hippuris*), ou cellules à parois minces, palissadiques près de la caroncule (*Myriophyllum*).

Tf. T., cellules à parois minces, parfois (*Myriophyllum*) écrasées.

Ep. i. T., cellules écrasées (*Myriophyllum*), ou bien cellules scléreuses, isodiamétriques, à parois épaisses et ponctuées (*Hippuris*).

Nucelle résorbé (*Hippuris*), ou écrasé en une lame épaisse (*Myriophyllum*).

Alb., plusieurs assises de cellules à contenu aleurique.

Sous-classe III. — Gamopétales supérovariées.

60. — ÉRICACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Drude E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Artopœus (8).

GENRES *Gaultheria* (1), *Arbutus*, *Vaccinium*, *Macleania*, *Calluna*, *Bruckenthalia*, *Erica*, *Clethra*.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME (*Gaultheria*) formé par le tégument.

Ep. e. T., assise palissadique de cellules prismatiques, à parois épaisses, ponctuées.

Tf. T., plusieurs assises parenchymateuses.

Ep. i. T., cellules à parois plus ou moins épaisses.

REMARQUE : Le travail d'Artopœus ne donne aucun renseignement sur la structure des différentes couches du spermoderme.

61. — ÉPACRIDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Drude E.-P. (*55*, Artopœus (*8*).

GENRES *Epacris*, *Styphelia*.

OVULES anatropes à un tégument.

REMARQUE. Voyez la remarque précédente.

62. — PLOMBAGINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Pax E.-P. (*55*), Weberbauer (*267*), Billings (*20*).

GENRES *Acantholimon*, *Ægilitis*. *Ceratostigma*, *Goniolimon* (1), *Plumbagella*, *Statice* (1), *Armeria* (2).

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules à parois épaissies à ponctuations transversales.

Tf. présentant un cordon médian de cellules à parois épaisses, sclérifiées.

OVULES anatropes à deux téguments de 2 assises chacun.
SPERMODERME formé par la primine seule.
Les détails cytologiques ne sont pas donnés.

63. — PRIMULACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Gressner (*68*), Warming (*266*), Vesque (*251*), Pax E.-P. (*55*), Weberbauer (*267*), Billings (*20*), Decrock (*50*).

GENRES *Ardisiandra*, *Apochoris*, *Asterolinum*, *Bryocarpum*, *Coris*, *Cortusa*, *Cyclamen*, *Dodecatheon*, *Glaux*, *Hottonia*, *Lubinia*, *Lysimachia*, *Naumburgia*. *Pelletiera*, *Primula*, *Samolus*, *Soldanella*, *Steironema*, *Trientalis*, *Anagallis*, *Androsace*, *Aretia*, *Centunculus*, *Douglasia*, *Dyonisia*, *Kaufmannia*, *Pomatosace*, *Stimpsonia*.

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules à parois épaisses.

Tf. homogène, parenchymateux (*Pelletiera*, *Asterolinum*, *Apochoris)*, ou sclérenchymateux (*Soldanella*, *Bryocarpum*, *Coris*), ou différencié en *Tf. e.* et *Tf. i.*, celui-ci présentant des parois cellulaires plus épaisses (*Lysimachia*, *Naumburgia*, *Steironema*, *Trientalis*, *Lubinia*), ou plus minces (*Primulinées*, *Samolus*, *Glaux*, *Dodecatheon*) que le *Tf. e.*

Ep. i., cellules à parois épaisses.

OVULES plus ou moins anatropes à deux téguments, primine à 2 assises de cellules ; secondine à 3 assises, rarement 6 (certains *Primula*) ; rarement à un seul tégument (*Douglasia*, 6 à 10 assises ; *Cyclamen*, 2 assises).

SPERMODERME formé par le ou les téguments.

Ep. e. P. ou *T.*, cellules prismatiques, volumineuses (*Primula*, *Bryocarpum*, *Hottonia*, *Naumburgia*, *Glaux*, *Dodecatheon*, *Coris*, etc.), ou tabulaires (*Douglasia*, *Samolus*, *Lubinia*), papilleuses (*Primula*, *Hottonia*, *Naum-*

burgia, *Coris*, *Cyclamen*, etc.) ou non, mais alors à paroi externe très épaisse (*Douglasia*, *Bryocarpum* *Samolus*, *Lubinia*, *Glaux*, *Dodecatheon*); les autres parois en général épaisses.

Ep. i. P. ou *T.*; cellules en général plus ou moins carrées, à parois interne et latérales cellulosiques très épaisses, ou bien cellules tangentiellement allongées (*Cyclamen*), ou prismatiques (*Coris*), dans tous les cas cristalligènes.

Ep. e. S. | ou *Tf. T.*; cellules aplaties plus ou moins
Tf. S. | écrasées.

Ep. i. S.; cellules tabulaires, en général plus ou moins écrasées, rarement non (*Samolus*).

64. — OLÉACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Pirotta (*195*), Brandza (*27*), Knoblauch E.-P. (*55*), Westermaier (*269*), Billings (*20*).

Genres *Fraxinus* (1), *Forsythia* (1), *Syringa* (3), *Ligustrum* (2), *Fontanesia* (1).

Ovules anatropes à un tégument très long, à raphé se prolongeant au-delà de la chalaze jusqu'au micropyle ; *Ep. N.* multiple au sommet.

Spermoderme pellucide formé par les assises écrasées du tégument.

65. — PLANTAGINACÉES.

Bibliographie : Uloth (*242*), Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Buscalioni (*37*), Harms und Reiche E.-P. (*55*), Fauth (*57*).

Genres *Plantago* (7), *Littorella* (1).

Péricarpe. *Ep. e.*; cellules tabulaires, polygonales, de face, tantôt à parois latérales et interne minces et l'externe

très épaisse (*Plantago*), ou bien à paroi externe et latérales peu épaisses et l'interne mince (*Littorella*).

Tf. e.; une (rarement 2) assise de cellules, tantôt hémisphériques, bombées vers l'intérieur, à parois minces, à large cavité (*Littorella*), tantôt un peu allongées longitudinalement, à parois ponctuées, à contenu rouge (*Plantago*).

Tf. i.; une assise de cellules, tantôt grandes, palissadiques, à parois sclérifiées, ponctuées, les latérales plissées en soufflet (*Littorella*), tantôt assez allongées longitudinalement, à parois très épaisses, ponctuées, à contours ondulés de face (*Plantago*).

Ep. i.; cellules fibreuses, allongées longitudinalement, à parois sclérifiées et ponctuées.

OVULES campylotropes à un tégument épais.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules à paroi externe convexe, épaisse, tantôt grandes plus ou moins carrées (*Plantago*) à mucilage, tantôt allongées longitudinalement (*Littorella*).

Tf. T. plus ou moins écrasé, parfois même résorbé.

Ep. i. T. ; cellules à parois épaisses, à contenu solide brun (*Plantago*), ou bien cellules écrasées (*Littorella*).

66. — AQUIFOLIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Kronfeld E.-P. (*55*).

GENRE *Ilex*.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T.; cellules tabulaires à paroi interne et la partie interne des parois latérales épaissies et fortement canaliculées, à paroi externe mince et plane.

Tf. T. ; parenchyme à cellules à parois minces.

Ep. i. T. ; cellules tabulaires, à parois minces, à contenu brun.

Alb. charnu.

67. — NÉMOPHILACÉES.

Bibliographie : Strandmark (*228*), Peter E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Nemophila* (1), *Phacelia* (3).

Ovules anatropes à un tégument de 2 assises.

Spermoderme formé par le tégument entièrement écrasé.

Ep. e. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

68. — CONVOLVULACÉES.

Bibliographie : Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Junowicz (*119*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Holfert (*104*), Peter E.-P. (*55*), Kayser (*123*).

Genres *Convolvulus* (7), *Ipomœa* (3), *Pharbitis* (1), *Quamoclit* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules à parois minces formant des papilles tantôt cylindriques (*Pharbitis*) ou effilées (*Quamoclit*) sur toutes les cellules, tantôt vésiculeuses, arrondies sur certaines cellules (*Ipomœa*), ou bien cellules à parois épaisses, canaliculées, plus hautes par groupes les unes que les autres et formant des verrues (*Convolvulus*).

Tf. e. T. ; une assise de petites cellules irrégulièrement cubiques (*Convolvulus*) ou 2 assises de cellules en palissade à parois épaisses et à ligne lumineuse, l'assise externe présentant çà et là des cellules cubiques à parois minces (*Ipomœa*).

Tf. m. T. ; 2 assises de cellules prismatiques à parois très épaisses et à cavité oblitérée, avec ligne lumineuse à l'assise externe (*Convolvulus*), ou bien 1 assise de cellules prismatiques aux endroits correspondant à ceux où les

cellules de l'assise externe du *Tf. e. T.* sont cubiques (*Ipomœa*).

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

69. — CUSCUTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Strandmark (*228*), Koch (*126*, *127*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Peter E.-P. (*55*).

GENRE *Cuscuta*.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules arrondies, à cuticule, à parois brunes, à mucilage.

Tf. e. T. ; cellules à parois brunes, modérément épaissies, les unes plus longues, palissadiques, les autres plus courtes, cubiques.

Tf. m. T., 1 assise de cellules palissadiques, grandes, à parois épaisses, sclérifiées, à cavité étroite.

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

REMARQUE : Cette structure indique les rapports étroits qui relient les Cuscutacées aux Convolvulacées.

70. — POLÉMONIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Licopoli (*138*), Brandza (*27*), Peter E.-P. (*55*), Billings (*20*).

GENRES *Cobaea* (1), *Polemonium* (3), *Phlox* (1), *Leptosiphon* (1), *Collomia* (1), *Gilia* (3).

OVULES anatropes ou semi anatropes à un tégument à nombreuses assises de cellules.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules irrégulières, allongées en papilles (*Cobaea*) ou non, à parois munies d'épaississements spiralés.

Tf. e. T. généralement écrasé, ou bien (*Cobaea*) 3 ou 4 assises de cellules arrondies, un peu aplaties, à parois sclérifiées.

Tf. i. T. écrasé.

Ep. i. T. généralement écrasé, ou bien (*Cobaea*) cellules un peu aplaties, à parois externe et latérales chiffonées, à paroi interne épaisse.

71. — GENTIANACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Johow (*114*), Holm (*106*), Gilg E.-P. (*55*), Billings (*20*), Guérin (*76, 77*), Fauth (*57*).

GENRES *Exacum* (12), *Sebaea* (8), *Belmontia* (1), *Faroa* (1), *Microcala* (1), *Curtia* (3), *Geniostemon* (1), *Cicendia* (1), *Sabbatia* (6), *Erythraea* (25), *Chlora* (3), *Canscora* (4), *Bartonia* (2), *Obolaria* (1), *Chironia* (2), *Orphium* (1), *Crawfurdia* (2), *Gentiana* (75), *Ixanthus* (1), *Pleurogyne*, *Sweertia* (13), *Halenia* (8), *Lisianthus* (2), *Eustoma* (2), *Zonanthus* (1), *Rusbyanthus* (1), *Senaea* (1), *Schultesia* (1), *Coutoubea* (4), *Voyriella* (1), *Leiphaimos* (2), *Limnanthemum* (3), *Menyanthes* (1), *Nephrophyllidium* (1), *Villarsia* (3), *Liparophyllum*.

PÉRICARPE (*Leiphaimos*) : *Ep. e.* cellules petites, à parois minces, l'externe plus épaisse, à cuticule.

Tf. e., 2 assises de cellules parenchymateuses à parois minces.

Tf. i., 1 assise de cellules allongées radialement, à épaississements en fer à cheval.

Ep. i., cellules à paroi interne très épaisse, les autres minces.

OVULES généralement à un tégument, rarement (*Leiphaimos*, *Obolaria*) sans tégument ; nombre d'assises du tégument très variable : 16 à 20 (*Menyanthes* et genres voisins), 10 à 12 (*Sebaea*, *Crawfurdia*), 8 (*Cicendia*, *Sabbatia*,

Microcala, beaucoup de *Gentiana*), 6 (*Erythraea*, *Chlora*), 2 ou 3 (*Gentiana ciliata* L.).

SPERMODERME formé par le tégument, ou (chez *Leiphaimos*) par le nucelle.

Ep. e. T. ; cellules à parois toutes épaisses et sclérifiées (*Menyanthoïdées* et *Gentiana bella* Franch), ou toutes minces (*Canscora*, *Sweertia*, *Curtia*, certains *Gentiana*, etc.), ou les latérales et internes seules épaissies, à reliefs variables suivant les espèces ; parfois des poils ou crêtes (*Limnanthemum*, certains *Gentiana*, etc.).

Tf. T. résorbé ou fortement écrasé (*Gentianoïdées*), ou plus ou moins persistant (*Menyanthoïdées*), parfois même (*Menyanthes trifoliata* L.) à 15 assises de cellules sclérifiées, les plus internes étant parenchymateuses.

Ep. i. T. résorbé.

Ep. N. (*Leiphaimos*) ; cellules allongées longitudinalement, à parois toutes munies d'épaississements spiralés (*L. aphylla*), ou les internes seules munies d'épaississements perlés (*L. trimitatis*).

REMARQUE : Les *Voyria* étudiés par Johow sont incorporés ici dans le genre *Leiphaimos*.

72. — LOGANIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*), Solereder E.-P. (55).

GENRE *Strychnos* (1), *Geniostoma*, *Labordia*, *Chilianthus*, *Gomphostigma*, *Fagraea*, *Couthovia*, *Adenoplea*, *Adenoplusia*, *Nicodemia*, *Spigelia*.

OVULES anatropes à un tégument de plusieurs assises.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules allongées en poils longs, recourbés, à parois très épaisses à la base et pourvus le long des parois latérales de lignes d'épaississement (*Strychnos*) ; ou bien

cellules à parois interne et latérales (*Geniostoma*, *Labordia*), ou latérales seules (*Chilianthus*, *Gomphostigma*, *Fagraea*), rarement toutes les parois (*Couthovia*) munies d'épaississements caractéristiques ; ou bien cellules ordinaires (*Adenoplea*, *Adenoplusia*, *Nicodemia*) contenant parfois de la chlorophylle (*Spigelia*).

Tf. e. T. ; environ 8 assises de cellules écrasées.

Tf. i. T. } résorbés.
Ep. i. T. }

73. — SOLANACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Chatin (*41*), Lohde (*142*), Strandmark (*228*), Herlant (*102*), Harz (*91*), Hanausek (*86*), Briosi e Torquato (*28*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Claes et Thyes (*43*, *44*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schlotterbeck (*217*), Hartwich (*90*), Siim-Jensen (*222*), von Wettstein E.-P. (*55*), Bochman (*23*).

GENRES *Atropa* (1), *Capsicum* (1), *Datura* (4), *Hyosciamus* (1), *Lycium* (1), *Lycopersicum* (1), *Mandragora* (1), *Nicandra* (1), *Nicotiana* (2), *Petunia* (1), *Physalis* (1), *Scopolia* (1), *Solanum* (8).

OVULES anatropes à un tégument de 7 à 9 assises.

SPERMODERME formé par le tégument et quelques restes du nucelle.

Ep. e. T. ; cellules isodiamétriques, parfois un peu allongées, rarement (*Lycopersicum*) prismatiques, très allongées, à paroi externe en général mince, parfois (*Capsicum*, *Physalis*, *Solanum*) un peu, rarement (*Datura*) fortement épaissies, à parois latérales en général partiellement épaissies, ou parfois entièrement (*Datura*, *Solanum*, *Capsicum*, *Physalis*), à paroi interne toujours très épaisse.

Tf. T. plus ou moins fortement écrasé, parfois (*Capsicum*) 2 à 4 assises externes parenchymateuses méatiques, le reste écrasé.

Ep. i. T. écrasé, sauf chez *Capsicum*, où il présente des cellules petites écrasées.

Ep. N. absent (*Capsicum*), ou à cellules aplaties (*Datura*, *Hyosciamus)*, à parois épaisses (*Datura*).

74.— APOCYNACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Nevinny (*169*), Tschirch und Oesterle (*240*), Tschirch und Schad (*241*), Schumann E.-P. (*55*), Billings (*20*).

GENRES *Kickxia* (1), *Strophantus* (3), *Amsonia* (1), *Apocynum* (1).

OVULES campylotropes à un tégument de 5 à 10 assises.

SPERMODERME formé par une partie du tégument.

Ep. e. T.; cellules rectangulaires à parois interne et latérales irrégulièrement épaissies, ou bien (*Strophantus*) cellules toutes ou quelques unes allongées en poils à épaississements annulaires, avec, dans certaines espèces, des granules brunâtres.

Tf. T.; plusieurs assises de parenchyme à parois minces plus ou moins écrasées, avec parfois (*Strophantus*) des cristaux.

Ep. i. T. résorbé.

75. — ASCLÉPIADACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Holfert (*104*), Schumann E.-P. (*55*), Billings (*20*).

GENRES *Vincetoxicum* (2), *Asclepias* (3).

OVULES anatropes à un tégument de 8 assises environ.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T.; cellules presque isodiamétriques, à paroi externe plus ou moins épaissie, les autres parois l'étant toujours moins et formant (chez *Asclepias*) une protubérance ponctiforme au milieu de chaque cellule.

Tf. e. T.; plusieurs assises écrasées.
Tf. i. T. }
Ep. i. T. } le plus souvent résorbés.

76. — BORAGINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Chatin (*41*), Warming (*266*), Vesque (*251*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Olbers (*176*), Brandza (*27*), Guignard (*80*), Gürke E.-P. (*55*).

GENRES *Borago*, *Anchusa*, *Symphytum*, *Echium*, *Cynoglossum*, *Echinospermum*, *Eritrichium*, *Lindelofia*, *Lithospermum*, *Myosotis*, *Nonnea*, *Omphalodes*, *Solenanthus*, *Heliotropium*, *Tournefortia*.

OVULES anatropes unitégumentés.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules à paroi externe très épaisse, ou (chez *Heliotropium* et *Tournefortia*) cellules grandes, carrées ou tabulaires, à parois interne et latérales très épaisses.

Tf. e. T., parenchyme de 10 à 12 assises de cellules irrégulières, sauf chez *Heliotropium* et *Tournefortia* où le *Tf. e. T.* est écrasé.

Tf. i. T. }
Ep. i. T. } écrasé.

Alb. nul (*Heliotropium*, *Tournefortia*), ou assise externe seule persistante.

77. — LABIÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Chatin (*41*), Junowicz (*119*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Jumelle (*118*), Holfert (*104*), Olbers (*177*), Brandza (*27*), Guignard (*80*), Briquet E.-P. (*55*), Jeliffe (*112*).

GENRES *Hyssopus*, *Blephilia*, *Calamintha*, *Coleus*, *Dracocephalum*, *Elsholtzia*, *Hedeoma*, *Hyptis*, *Lallemantia*, *Lavandula*, *Lophanthus*, *Lycopus*, *Melissa*,

Mentha, Micromeria, Monarda, Nepeta, Ocimum, Origanum, Perilla, Plectranthus, Salvia, Satureia, Sphacele, Thymus, Ziziphora. — *Leonurus, Ajuga, Ballota, Betonica, Eremostachys, Galeopsis, Leucas, Leucophaë, Marrubium, Molucella, Phlomis, Physostegia, Prasium, Scutellaria, Sideritis, Stachys, Teucrium.*

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules tantôt longues, palissadiques (*Lamium, Stachys. Hyssopus, Brunella, Glechoma, Salvia*), tantôt courtes, rarement allongées longitudinalement (*Leonurus*), à paroi externe épaisse, parfois gélifiable (*Brunella, Mélissa, Calamintha*) ; poils généralement absents, cependant assez souvent poils pluricellulaires arrondis, moins souvent effilés (*Leonurus, Ajuga*), rarement des deux sortes (certains *Leonurus*).

Hypod., 1 assise de cellules courtes à parois minces, rarement (*Salvia*) comprimées jusqu'à devenir méconnaissables ; le plus souvent plus d'une assise de cellules non sclérifiées.

Tf. parenchymateux.

Hypod. int., généralement une assise de cellules courtes ou assez souvent allongées radialement ; presque toujours sclérifiées (excepté chez *Scutellaria* et certains *Salvia*) et cristalligènes.

Ep. i., généralement cellules petites, courtes (longues chez *Galeopsis*), rarement (*Scutellaria*) des poils.

Ovules anatropes à un tégument épais.

Spermoderme formé par une partie du tégument.

Ep. e. T., cellules tabulaires à épaississements frangés à la paroi interne (premier groupe de genres), ou cellules à parois minces, écrasées (deuxième groupe).

Tf. T. }
Ep. i. T. } généralement résorbés.

Alb., une assise persistante (premier groupe de genres seulement).

78. — VERBÉNACÉES.

Bibliographie : Koorders (*128*), Briquet E.-P. (*55*).

Genre *Tectona* (1).

Ovules campylotropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules à cuticule et à parois présentant des épaississements réticulés.

Tf. e. T. ; 1 assise de cellules à épaississements réticulés.

Tf. i. T. } résorbés.
Ep. i. T. }

Alb. ; une assise, d'un blanc sale, persistante.

79. — SÉLAGINACÉES.

Bibliographie : von Wettstein E.-P. (*55*), Billings (*20*).

Genres *Globularia* (1), *Myoporum* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument entièrement écrasé en une membrane pellucide.

80. — OROBANCHACÉES.

Bibliographie : Koch (*125*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Beck E.-P. (*55*).

Genres *Epifagus* (1), *Orobanche* (15), *Phelypaea* (16).

Ovules anatropes à un tégument de 2 assises.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe mince, fragile, à parois interne et latérales fortement épaissies et ponctuées.

Ep. i. T. ; résorbé.

Nucelle ; parfois encore quelques restes écrasés.

81. — LENTIBULARIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Kamienski E.-P. (*55*), Merz (*157*), Weberbauer (*267*), Van Tieghem (*247*), Lang (*134*).

GENRES *Biblis* (1), *Pinguicula* (1), *Polypompholyx* (1), *Utricularia* (11).

PÉRICARPE : *Ep. e.* ; cellules à parois minces, sauf l'externe.

Tf. e. ; parenchyme à parois minces.

Tf. i. ; quelques assises de cellules à parois sclérifiées.

Ep. i. ; cellules à parois sclérifiées.

OVULES anatropes à un tégument de 4 à 8 assises.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. ; cellules plus ou moins isodiamétriques, à parois épaisses et ponctuées, parfois (*Biblis*) ornées de verrues à la surface ; ou bien (*Polypompholyx*) les parois externe et interne seules épaissies.

Tf. T. }
Ep. i. T. } résorbés.

Alb. totalement résorbé, laissant rarement (*Polypompholyx*) une mince pellicule.

82. — GESNÉRIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Fritsch E.-P. (*55*).

GENRE *Gesneria* (1).

OVULES anatropes à un tégument.

La graine mûre n'a pas été étudiée anatomiquement.

83. — VERBASCÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Bachmann (*10*), Harz (*91*), Holfert (*104*), von Wettstein E.-P. (*55*).

GENRES *Verbascum* (8), *Celsia* (4).

Ovules semi anatropes à un tégument de 6 assises environ.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T, cellules à paroi interne épaisse, la paroi externe étant affaissée contre l'interne, formant ainsi une bande brune à proéminences équidistantes correspondant aux parois latérales.

Tf. T., écrasé.

Ep. i. T., cellules à parois externe et latérales résorbées, à paroi interne très épaisse et finement ponctuée formant une bande qui suit les sinuosités de l'albumen.

Albumen charnu abondant.

84. — SCROPHULARIACÉES.

Bibliographie : Chatin (*41*), Vesque (*251*), Bachman (*10*), Harz (*91*), Holfert (*104*), von Wettstein E.-P. (*55*), Buscalioni (*36*), Tschirch (*239*), Schlotterbeck (*217*), Meunier (*160*), Weberbauer (*268*).

Genres *Alonsoa, Anthirrhinum, Browallia, Calceolaria, Chaenossoma, Chelone, Digitalis, Euphrasia, Lathraea, Leucocarpus, Linaria, Lindenbergia, Lyperia, Mazus, Melampyrum, Mimulus, Nemesia, Pentstemon, Rhinanthus, Schizanthus, Scrophularia, Veronica.*

Ovules généralement anatropes, parfois campylotropes (*Rhinanthus, Melampyrum, Pentstemon, Chelone, Scrophularia*).

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. à structure très variable : tantôt résorbé (*Veronica hederaefolia*), ou écrasé (*Melampyrum*), tantôt recloisonné en certains endroits pour former les ailes de la graine concuremment avec le *Tf. T.* (*Rhinanthus*) ; le plus souvent simple et présentant alors plusieurs aspects ; les parois interne et latérales sont fermes et diversement

épaissies, la paroi externe plus ou moins mince est affaissée contre la paroi interne (la plupart des genres), ou est déchirée (*Euphrasia*); ou bien cellules plus ou moins carrées, à parois toutes épaisses, les externe et latérales (la plupart des *Alonsoa*), ou l'externe seulement (la plupart des *Veronica*), gélifiables ou toutes non gélifiables (*Linaria versicolor*, *L. Salzmannii*), ou à paroi externe seule épaissie et proéminant en coupole (*Lyperia*), ou formant au centre une longue papille (*Veronica polita*), ou à parois externe et latérales épaisses (certains *Linaria*); ou bien cellules, les unes situées aux côtes des graines, plus hautes que les autres, à parois toutes épaissies (*Linaria genistifolia*, *L. striata*), ou à paroi interne mince (certains *Linaria*, *Antirrhinum*), ou bien (*Nemesia*), cellules les unes basses à parois interne et externe minces, celle-ci affaissée vers la première, les autres hautes à paroi interne seule mince, l'externe étant bombée au dehors en coupole.

Tf. T. généralement écrasé, parfois résorbé (*Veronica*, *Mazus*, *Leucocarpus*, *Lindenbergia*, *Mimulus*), ou bien différencié en un *Tf. e. T.* à plusieurs assises de cellules, toutes ou l'externe seulement (*Alonsoa*) à parois diversement épaissies et en un *Tf. i. T* écrasé (*Alonsoa*, *Linaria Cymbalaria*, *Antirrhinum Asarina*), ou résorbé (*Euphrasia*).

Ep. i. T. écrasé, excepté chez *Digitalis*, *Pentstemon*, *Chelone* (cellules à parois minces, radialement allongées), chez *Linaria Cymbalaria*, *Antirrhinum Asarina* (cellules petites, carrées, à parois minces), certains *Linaria* (très petites cellules, un peu aplaties, à parois cutinisées), et chez *Leucocarpus*, *Lindenbergia*, *Mazus*, *Mimulus* et presque tous les *Veronica*, où il est résorbé.

85. — PÉDALIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Wiesner (*272*), Harz (*91*), Benecke (*16*), Stapf E.-P. (*55*).

GENRE *Sesamum* (2).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules palissadiques cristalligènes (*Sesamum indicum*) ou non (*S. occidentale* , à parois plus ou moins épaisses.

Tf. T. parenchymateux (*S. indicum*), ou sclérenchymateux (*S. occidentale*).

Ep. i. T. écrasé.

Alb., quelques assises de cellules persistantes.

Sous-classe IV. — Gamopétales inférovariées.

86. — DIPSACACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Holfert (*104*), Höck E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Attema (*9*).

Genres *Dipsacus* (2), *Scabiosa* (2).

Ovules anatropes à un tégument de 10 à 15 assises.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules grandes, à parois minces, fortement écrasées.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés, à parois brunes.

87. — COMPOSÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Harz (*91*), Heineck (*99*), Holfert (*104*), Huber (*110*), Brandza (*27*), Loose (*146*), Guignard (*80*), Schwere (*220*), Nicotra (*171*), Hegelmaier (*97*), Billings (*20*), von Portheim (*262*), Hoffmann E.-P.(*55*), Pattané (*186*).

Genres *Achillea* (1), *Calendula* (7), *Carbenia* (1), *Carthamus* (1), *Centaurea* (3), *Cichorium* (2), *Cirsium* (1), *Cnicus* (1), *Guizotia* (1), *Helianthus* (2), *Hieracium* (1), *Hypochaeris* (2), *Inula* (1), *Kalbfussia* (1), *Lapsana* (1), *Madia* (1), *Matricaria* (1), *Scorzonera* (1), *Senecio* (1), *Taraxacum* (1), *Tragopogon* (3), *Wulfia* (1).

Pericarpe généralement sec, rarement charnu (*Wulfia*).

Ep. e., cellules ordinaires, accompagnées de poils et d'autres émergences, ou bien cellules mucilagineuses sans poils.

Tf. parfois nul (*Senecio*) ou bien entièrement parenchymateux ou entièrement sclérenchymateux, ou divisé en plusieurs zones :

Tf. e. parenchymateux ou sclérifié.

Tf. m. nul ou sclérifié.

Tf. i. souvent sclérifié, rarement parenchymateux.

Ep. i., cellules ordinairement sclérifiées et allongées longitudinalement.

OVULES à un tégument épais.

SPERMODERME formé par le tégument :

Ep. e. T., cellules prismatiques à parois fortement sclérifiées (*Centaurea*, *Carbenia*, *Carthamus*, *Cirsium*, *Cnicus*), ou bien cellules à parois minces, plus ou moins aplaties, parfois à épaississements spiralés (*Taraxacum*), ou réticulés (*Cichorium*).

Tf. T. homogène plus ou moins écrasé (*Achillea*, *Matricaria*, *Taraxacum*, *Scorzonera*, *Cichorium*, *Calendula*), ou bien *Tf. T.* divisé en deux régions :

Tf. e. T., plusieurs assises parenchymateuses, rarement 1 assise cristalligène (*Senecio*, *Lapsana*).

Tf. i. T. écrasé.

Ep. i. T. écrasé, plus ou moins coloré.

Alb., 1 ou quelques assises persistantes.

88. — CAPRIFOLIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Hegelmaier (*96*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Vidal (*253*), Billings (*20*), Fritsch E.-P. (*55*), Bochmann (*23*).

GENRES *Diervilla* (1), *Lonicera* (2), *Sambucus* (2), *Symphoricarpus* (1), *Viburnum* (3).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules prismatiques, grandes, à parois peu épaisses (*Viburnum*), ou plus petites, à parois épaisses

(*Lonicera*), ou cellules tabulaires à parois sclérifiées (*Symphoricarpus*), ou minces (*Sambucus*).

Tf. e. T. nul (*Viburnum*, *Sambucus*), ou 1 assise de cellules sphériques espacées (certains *Lonicera*), ou deux assises de fibres sclérifiées à grande cavité et qui s'entre-croisent (*Symphoricarpus*).

Tf. m. T. nul (*Viburnum*, *Sambucus*, *Lonicera*), ou cellules cubiques à parois jaunes, épaissies et ponctuées.

Tf. i. T, 1 (*Viburnum*, *Sambucus*) ou plusieurs assises parenchymateuses plus ou moins écrasées.

Ep. i. T. écrasé.

89. — VACCINIACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Attema (*9*), Peltrisot (*188bis*).

Genres *Vaccinium* (5), *Oxycoccos* (1).

Ovules anatropes à un tégument épais.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules polygonales plus ou moins aplaties, à parois latérales et interne fortement épaissies, canaliculées.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés en une lame brune.

90. — VALÉRIANACÉES.

Bibliographie : Höck E.-P. (*55*), Guignard (*80*).

Genres *Centranthus*, *Valeriana*.

Ovules à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., écrasé en une pellicule brune.

Tf. T. }
Ep. i. T. } écrasés.

91. — RUBIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Gérard (*63*), Schumann E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Tschirch und Oesterle (*240*), Wiegand (*271*), Gardiner and Hill (*62*).

GENRES *Coffea* (1), *Galium* (1), *Rubia* (1).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. (*Coffea*), en majeure partie formé de cellules aplaties, à parois minces; çà et là quelques scléréides de formes diverses.

Tf. e. T., 3 assises de cellules aplaties, à parois minces.

Tf. i. T. } écrasés.
Ep. i. T. }

92. — LOBÉLIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Schönland E.-P. (*55*), Schlotterbeck (*217*), Billings (*20*).

GENRE *Lobelia* (3).

OVULES anatropes à un tégument de 8 assises de cellules et à nucelle déjà résorbé.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T. très épais et sclérifié, à cellules longitudinalement allongées, à section carrée et à parois latérales surtout très épaissies en trois couches distinctes.

Tf. T. écrasé ou même en partie résorbé.

Ep. i. T., 1 assise de cellules aplaties.

Albumen assez abondant.

93. — GOODÉNIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Schönland E.-P. (*55*), Billings (*20*).

GENRE *Scaevola* (2).

OVULES anatropes à un tégument épais.

SPERMODERME formé par le tégument entièrement écrasé en une couche mince.

94. — CAMPANULACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*250*), Schönland E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Attema (*9*).

GENRE *Campanula* (2).

OVULES anatropes à un tégument de 7 à 9 assises de cellules.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules carrées ou palissadiques, à cuticule épaisse, à cavité en forme de marteau, les parois latérales étant très épaissies au milieu, et à contenu brunâtre.

Tf. T. }
Ep. i. T. } fortement écrasés.

REMARQUE : Ce spermoderme ressemble beaucoup à celui des Lobéliacées.

95. — CUCURBITACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Dutailly (*54*), Strandmark (*228*), von Höhnel (*261*), Fickel (*58*), Junowicz (*119*), Godfrin (*66*), Lotar (*147*), Hartwich (*89*), Harz (*91*), Mattirolo (*153*), Bordzilowski (*24*), Holfert (*104*).

GENRES *Benincasa* (1), *Bryonia* (2), *Bryonopsis* (1), *Citrullus* (3), *Cucumis* (3), *Cucurbita* (3), *Cyclanthera* (3), *Ecballium* (1), *Lagenaria* (1), *Luffa* (2), *Melothria* (1), *Sicyos* (2), *Thaldiantha* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P. ; cellules ordinairement très allongées radialement, à paroi externe très épaisse, à parois latérales peu épaisses et consolidées par des épaississements en baguette qui s'étendent radialement ; rarement cellules

aplaties à parois épaisses, surtout l'externe (*Sicyos, Cyclanthera*).

Tf. P. différencié en quatre couches :

Tf. e. P., une (*Sicyos, Ecballium, Cucumis, Bryonia, Bryonopsis*), ou plus généralement plusieurs assises de cellules plus ou moins isodiamétriques, à parois épaissies, le plus souvent au moyen d'épaississements réticulés.

Tf. m. P. ; une, rarement plusieurs (*Bryonopsis, Bryonia*) assises de cellules ordinairement très grandes, à cavité presque oblitérée par les épaississements en couches concentriques des parois pourvues de pores canaliculés.

Tf. i. P. A) ; une (*Citrullus Colocynthis, Cucumis sativus, C. Melo*), ou plus généralement plusieurs assises de cellules à parois ordinairement à épaississements réticulés et laissant entre elles des méats plus ou moins grands, rarement (*Cyclanthera, Ecballium*) cellules plus ou moins écrasées.

B), quelques assises écrasées.

Ep. i. P. écrasé, rarement reconnaissable dans certaines graines (*Cucurbita*).

Ep. e. S.
Tf. S. } écrasés en une lame anhiste.
Ep. i. S.

Alb., une ou deux assises persistantes.

Sous-classe V. — Apétales.

Groupe A. — Apétales non amentacées.

96. — SANTALACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Decaisne (*47*), Hieronymus E.-P. (*55*).
GENRE *Thesium*.
OVULES sans tégument.
SPERMODERME nul, remplacé dans ses fonctions protectrices par un albumen.

97. — BALANOPHORACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Engler E.-P. (*55*), Van Tieghem (*244*), Juel (*115*), Pirotta e Longo (*196*).
GENRE *Cynomorium* (1).
PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules tabulaires à parois minces.
Tf., 2 à 5 assises de cellules à parois minces, sans méats.
Ep. i., cellules à parois minces.
OVULES sans tégument, anatropes, parfois orthotropes (*Langsdorfia*, *Thonningia*), rarement à un tégument et semi anatrope (*Cynomorium*).
SPERMODERME formé par le tégument.
Ep. e. T., cellules asses grandes, à parois externes seules un peu épaissies.
Tf. T., 3 ou 4 assises de cellules arrondies, à parois minces, méatiques, à contenu rougeâtre diaphane.
Ep. i. T., cellules écrasées en une lame brunâtre, réapparaissant sous l'action de la potasse.

98. — RAFFLÉSIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Solms-Laubach (*224*, *225*), Solms E.-P. (*55*), Van Tieghem (*245*), Solms E. (*56*).

GENRES *Brugmansia* (1), *Cytinus* (1), *Hydnora* (2), *Prosopanche* (2), *Rafflesia* (2) ; — *Apodanthes* (1), *Pilostyles* (2), *Sarna* (1).

OVULES orthotropes à un seul tégument (genres du premier groupe), ou bien ovules anatropes à deux téguments (genres du second groupe), d'où deux cas :

1°) SPERMODERME formé par le tégument unique et par le nucelle :

Ep. e. T., cellules à parois minces plus ou moins écrasées (*Rafflesia Arnoldi*, *Cytinus*, *Hydnora*), ou à parois plus ou moins épaisses, résistantes (*Rafflesia Rochussenii*, *Brugmansia*, *Prosopanche*), parfois grandes (*Rafflesia*).

Tf. T., généralement nul, mais chez *Hydnora* parenchymateux inégalement épais.

Ep. i. T. ; cellules plus ou moins aplaties, à parois toutes épaisses (*Cytinus*), ou l'interne seule épaisse (*Hydnora*, *Rafflesia Rochussenii*), ou cellules carrées à parois interne et latérales épaisses (*Prosopanche*, *Rafflesia Arnoldi*).

Ep. N., cellules plus ou moins tabulaires, à parois souvent très épaisses, rarement (*Rafflesia Rochussenii*) minces.

Alb., 1 assise de cellules isodiamétriques.

2°) SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P. }
Ep. i. P. } cellules à parois minces avec ou sans contenu.

Ep. e. S., résorbé.

Ep. i. S., cellules à parois toutes épaisses canaliculées (*Pilostyles*, *Sarna*), ou à paroi interne et latérale seules épaisses (*Apodanthes*).

Ep. N., cellules plates, à parois sclérifiées sauf chez *Apodanthes*.

Alb., 1 assise de cellules isodiamétriques.

99. — ARISTOLOCHIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Solereder E.-P. (55), Brandza (27), Montemartini (*164*).

GENRES *Aristolochia* (8), *Asarum* (2).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules à section presque carrée, à paroi externe épaisse (la plupart des *Aristolochia*), ou à parois toutes épaisses (*Asarum*), rarement écrasées (*Aristolochia altissima*, *A. Kaempferi*).

Tf. P. nul (*Asarum*), ou écrasé (la plupart des *Aristolochia*), ou cellules persistantes, isodiamétriques, à parois épaisses, réticulées (*Aristolochia Clematitis*, *A. rotunda*), ou ponctuées (*A. fimbriata*, *A. Sipho*).

Ep. i. P., cellules ordinairement grandes, isodiamétriques, à paroi interne seule épaissie et contenant un cristal d'oxalate de chaux ; rarement cellules non cristalligènes, à parois toutes plus ou moins épaisses, allongées radialement (*Aristolochia Clematitis*, *A. rotunda*), ou transversalement (*Asarum*).

Ep. e. S., cellules écrasées à parois minces (*Asarum*, *Aristolochia Sipho*) ou épaisses (*A. Clematitis*, *A. rotunda*), ou non écrasées, à parois souvent très épaisses, allongées longitudinalement (*A. altissima*, *A. pistolochia*, *A. elegans*), ou transversalement (*A. fimbriata*, *A. Kaempferi*).

Tf. S., généralement écrasé.

Ep. i. S., cellules à parois épaisses, tantôt plates (*A. Clematitis*, *A. rotunda*), tantôt allongées longitudinalement (*A. fimbriata*, *A. Kaempferi*), ou transversalement (*A. altissima*, *A. pistolochia*, *A. elegans*), ou cellules écrasées à paroi interne seule épaisse, cristalligènes (*Asarum*), ou non (*A. Sipho*).

Ep. N., écrasé (*Asarum, Aristolochia Clematitis, A. rotunda, A. Sipho*), ou cellules carrées à parois minces.

Tf. N., une ou quelques assises écrasées.

Alb. assez abondant.

100. — BÉGONIACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Warburg E.-P. (*55*).

Genre *Begonia* (1).

Ovules à deux téguments.

Il n'a pas été fait de recherches sur la structure de la graine.

101. — CALLITRICHACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Fauth (*57*).

Genre *Callitriche* (1).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules relativement grandes, polygonales de face.

Tf. e., plusieurs assises de cellules parenchymateuses, à parois minces.

Tf. m., parenchyme réticulé à prismes courts, polygonaux à épaississements particuliers.

Tf. i., 1 assise de cellules allongées à parois très épaisses, cellulosiques.

Ep. i., cellules semblables à celles du *Tf. i.* et croisées avec elles.

Ovule anatrope à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument et par le nucelle.

Ep. e T., cellules à parois minces, écrasées.

Tf. T., écrasé.

Ep. i. T., écrasé, formant avec le *Tf. T.* une lame assez épaisse.

Nucelle : quelques assises parenchymateuses.

102. — EUPHORBIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Gris (*69*), Röber (*204*), Harz (*91*), Morel (*165*), Gérard (*63*), Jumelle (*118*), Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*101*), Pammel (*179*), Kayser (*121*, *122*), Bille Gram (*19*), Schlotterbeck (*217*), Holm (*107*), Schweiger (*219ter*).

GENRES *Acalypha* (2), *Adelia* (1), *Aleurites* (1), *Croton* (3), *Crozophora* (1), *Dalechampia* (1), *Euphorbia* (9), *Homalanthus* (1), *Jatropha* (2), *Manihot* (1), *Mercurialis* (2), *Phyllanthus* (5), *Poinsettia* (1), *Ricinus* (*1*).

OVULE semi anatrope à deux téguments[1] et à nucelle dont le sommet s'allonge parfois (notamment chez *Phyllanthus*, *Manihot* et *Croton*) fortement au-delà du micropyle.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine. Une caroncule à la base de la graine (très peu marquée chez *Phyllanthus* et *Dalechampia*).

Ep. e. P., cellules polygonales, à paroi externe surtout épaissie et projetant vers l'intérieur des épaississements en forme de larmes (stalactites ?).

Tf. P., parenchyme étoilé, presque toujours écrasé (excepté chez *Croton Tiglium*).

Ep. i. P., cellules palissadiques.

Ep. e. S., cellules palissadiques très hautes, étroites, à parois très épaisses, brunes, sclérifiées, ponctuées.

Tf. S. } écrasés.
Ep. i. S. }

Nucelle, quelques restes dans la région chalazienne.

103. — AMARANTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Meunier (*158*), Schinz E.-P. (*55*).

[1] D'après Kayser (*122*), les *Croton* ne présenteraient qu'un seul tégument à l'ovule.

GENRES *Alternanthera* (1), *Amarantus* (3), *Celosia* (1), *Froelichia* (1), *Gomphrena* (1), *Scleropus* (1).

Les caractères de ces graines sont semblables à une ceux des Chénopodiacées.

104. — CHÉNOPODIACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Meunier (*158*), Brandza (*27*), Volkens E.-P. (*55*), Nestler und Stoklasa (*168*), Nicotra (*171*).

GENRES *Atriplex*, *Axyris*, *Beta*, *Basella*, *Blitum*, *Chenopodium*, *Corispermum*, *Hablitzia*, *Kochia*, *Monolepis*, *Polycnemum*, *Salicornia*, *Salsola*, *Spinacea*, *Suaeda*, *Teloxis*.

OVULES campylotropes à deux téguments.

SPERMODERME formé le plus généralement par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, allongées radialement ou tangentiellement, à paroi externe et parfois l'interne épaissies, formant des stalactites, à contenu brun, rarement à parois toutes minces (*Corispermum*, *Basella*, *Atriplex hortensis*, *var.*), ou formant des poils (*Salicornia*).

Tf. P. généralement absent, parfois une (*Atriplex*, *Beta*, *Celosia*, *Basella*, *Scleropus*), ou plus rarement deux ou trois (*Spinacea*) assises de cellules parenchymateuses plus ou moins aplaties.

Ep. i. P., cellules cristalligènes ou oléifères, aplaties, excepté dans les six genres précédents où elles offrent les mêmes caractères qu'au *Tf. P.*

Ep. e. S. résorbé, sauf la cuticule.

Ep. i. S. cellules carrées ou aplaties à parois finement striées, rarement résorbées (*Kochia*, *Salsola*).

Ep. N. résorbé, sauf la cuticule.

Alb. abondant.

105. — NYCTAGINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Heimerl (*98*), Heimerl E.-P. (*55*), Holfert (*104*).

GENRES *Mirabilis* (2), *Oxybaphus*.

OVULES campylotropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules allongées radialement, à paroi externe très épaisse et à cavité presque oblitérée.

Tf. P., 6 assises environ de cellules cristalligènes formant un parenchyme lâche, comprenant des faisceaux.

Ep. i. P., 1 assise de cellules écrasées.

Ep. e. S. résorbé.

Ep. i. S., 1 assise anhiste à épaississements en forme de voûte, manquant à l'endroit des faisceaux.

Ep. N. résorbé, sauf la paroi externe là où il n'y a pas de faisceaux.

106. — PHYTOLACCACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Stockbarger (*227*), Heimerl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Meunier (*158*).

GENRE *Phytolacca*.

OVULES campylotropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, allongées radialement, à parois épaisses, formant des stalactites.

Tf. P. }
Ep. i. P. } formant un parenchyme lâche.

Ep. e. S., cellules petites, un peu aplaties, à cuticule.

Ep. i. S., cellules petites, un peu aplaties, difficiles à voir.

Ep. N. résorbé, sauf la cuticule.

REMARQUE : Cette structure montre les affinités qui existent entre cette famille et celle des Chénopodiacées.

107. — CANNABINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Harz (*91*), Engler E.-P. (*55*), Macchiati (*148*), Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*).

GENRES *Cannabis* (1), *Humulus* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules tabulaires.

Tf. e., parenchyme pauvre en chlorophylle, parcouru par les faisceaux.

Tf. i., une assise de cellules prismatiques.

Ep. i., cellules sclérifiées.

OVULES campylotropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules tubuleuses, allongées longitudinalement, à section étroite, à parois peu épaisses (*Cannabis*), ou bien cellules tabulaires.

Tf. T., 6 à 11 assises de cellules parenchymateuses plus ou moins écrasées.

Ep. i. T., cellules petites, écrasées.

108. — ARTOCARPACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Engler E.-P. (*55*), Tschirch und Oesterle (*240*).

GENRE *Ficus* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine écrasés en une couche brune.

109. — POLYGONACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Harz (*91*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Ichimura (*111*), Lindau (*140*), Sirrine (*223*).

GENRES *Rheum* (1), *Fagopyrum* (1), *Coccoloba* (1).

Péricarpe (*Coccoloba*) : *Ep. e.*, cellules en palissade, à parois externe et latérales fortement épaissies, l'interne mince.

Tf., parenchyme à plusieurs assises plus ou moins écrasées.

Ep. i. écrasé.

Ovules orthotropes à un ou plus généralement à deux téguments de 2 assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et parfois quelques restes du nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, brunes, à parois minces.

Ep. i. P. écrasé.

Secondine écrasée.

Nucelle écrasé.

110. — CASUARINACÉES.

Bibliographie : Engler E.-P. *(55)*, Juel *(116)*.

Genre *Casuarina* (2).

Ovules anatropes à deux téguments.

Le développement de l'ovule en graine n'a pas été étudié au point de vue de la constitution du spermoderme.

111. — PIPÉRACÉES.

Bibliographie : Warming (*266*), Hanausek (*85*), Gérard (*63*), Hérail et Bonnet (*101*), Claes et Thyes (*44*), Tschirch und Oesterle (*240*), Johnson (*113*), Campbel (*38*).

Genres *Peperomia* (1), *Piper* (2).

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules grandes, cubiques, à parois minces, à peu près vides. Poils en forme de boutons.

Tf., 2 ou 3 assises de cellules affaissées à parois minces; parfois (*Piper*) des méats résinifères.

Ep. i., grandes cellules à section carrée, à paroi interne fortement épaissie en forme de franges, les autres parois présentant des spiricules ou des réseaux d'épaississement.

OVULES orthotropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument et le nucelle.

Ep. e. T., cellules à parois épaisses, souvent fortement colorées, plus ou moins tabulaires, à cavité réduite.

Tf. T. nul (*Peperomia*) ou écrasé (*Piper*).

Ep. i. T., cellules à parois assez épaisses, l'interne fortement ondulée (*Piper*), ou bien cellules à paroi externe très épaisse, mais irrégulièrement, à épaississement bordé d'un liséré vers l'intérieur ; cavité cellulaire remplie d'amidon (*Peperomia*).

Ep. N., cellules à paroi externe très épaisse (*Piper*), ou remplies d'amidon (*Peperomia*).

Tf. N., 1 ou 2 assises amylogènes (*Peperomia*).

112. — CÉRATOPHYLLACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Af Klercker (3), Engler E.-P. (55).

GENRE *Ceratophyllum* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e*, cellules à paroi externe épaisse, cutinisée ; les autres parois minces.

Tf. e., parenchyme pulpeux.

Tf. m., une assise de cellules tannigènes poussant des prolongements dans le *Tf. e.*

Tf. i. sclérenchymateux.

Ep. i. sclérifié.

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé essentiellement par le nucelle ; tégument presque entièrement résorbé.

113. — PROTÉACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Engler E.-P. (55), Schwartzbart (*219bis*).

GENRES *Persoonia* (9), *Isopogon* (2), *Petrophila* (2), *Leucadendron* (1), *Conospermum* (2), *Grevillea* (11), *Hakea* (12), *Hylomelum* (1), *Macadamia* (1), *Telopea* (1), *Lomatia* (1). *Stenocarpus* (2), *Banksia* (7), *Dryandra* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.* cellules polygonales de face ; rarement (*Leucadendron*) allongées longitudinalement; parfois assez plates (*Isopogon*) ; à parois externe et latérales plus ou moins épaisses (*Isopogon, Leucadendron, Conospermum, Macadamia*), ou l'externe seule (*Persoonia, Petrophila, Telopea*) ; parfois à parois toutes épaisses (*Hakea*) ; souvent des poils bicellulaires, parfois (*Petrophila*) de deux sortes ; rarement (*Persoonia*) des stomates à cellules annexes latérales.

Tf. homogène, parenchymateux, à contenu brun, tannigène (*Isopogon*) ou sclérenchymateux à parois ponctuées (*Petrophila, Conospermum, Hakea*) ou différencié en :

Tf. e., collenchyme à contenu brun tannigène (*Persoonia*) ou parenchyme simple (*Leucadendron, Macadamia*) ou comprenant de nombreuses cellules spiculaires courtement rameuses à parois épaisses et ponctuées (*Telopea*).

Tf. m., cellules parenchymateuses (*Persoonia*) ou sclérifiées (*Macadamia*) ou fibreuses à parois assez épaisses, ponctuées, allongées longitudinalement (*Leucadendron* ou tangentiellement (*Telopea*). occupé par des faisceaux libéroligneux parfois (*Macadamia*) accompagnés d'un arc de fibres mécaniques et émettant vers l'*Ep. e.* de petits faisceaux.

Tf. i. simple (*Leucadendron* à 1 assise de cellules palissadiques, à parois minces, les latérales plissées ; ou différencié en 2 couches (*Macadamia, Telopea*), l'externe à

plusieurs assises de cellules à parois minces, arrondies (*Macadamia*) ou allongées tangentiellement et contenant des cellules spiculaires comme au *Tf. e.* (*Telopea*), l'interne à 1 assise de cellules palissadiques formant un *hypod. i.* (*Macadamia*) ou à plusieurs assises de cellules tangentielles, sclérifiées (*Telopea*) ; ou différencié en 3 couches (*Persoonia*), l'externe formant un collenchyme sans contenu, la moyenne, 1 assise de cellules palissadiques très hautes à contenu mucilagineux, l'interne étant un sclérenchyme tannigène.

Ep. i, cellules rarement non sclérifiées et basses (*Macadamia*), ordinairement plus ou moins allongées longitudinalement (*Persoonia*, etc.), parfois prismatiques (**Isopogon**) ou palissadiques (*Leucadendron*), à parois toutes (*Leucadendron*) ou les latérales et internes (*Isopogon*) très épaisses, contenant un gros (*Isopogon*) ou plusieurs petits (*Leucadendron*) cristaux d'oxalate de chaux.

OVULES à deux téguments, orthotropes (*Persoonia, Iposogon, Petrophila, Leucadendron, Conospermum*), ou anatropes (*Grevillea*, etc.). Graines souvent ailées.

SPERMODERME formé par la primine et la secondine, rarement, en outre, par le nucelle.

Ep. e. P., cellules écrasées, sauf dans les genres suivants, où elles sont à parois minces (*Lomatia*, certains *Grevillea*), parfois adhérentes au péricarpe (*Petrophila*); ou à paroi externe épaisse (*Isopogon, Hylomelum*); ou cristalligènes, à paroi interne très épaisse, canaliculées, dédoublées parfois en deux assises (**Persoonia**); ou inégales, allongées longitudinalement, à parois externe et latérales épaisses (certains *Grevillea*), ou plates, à parois latérales surtout ponctuées, laissant entre elles de grands méats visibles de face (*Macadamia*), ou allongées tangentiellement, à parois interne et latérales sclérifiées, ponctuées, l'externe infléchie (*Stenocarpus*), ou palissadiques modérément épaissies tout

autour de la graine (*Banksia ornata*) ou du côté concave seulement, le côté convexe de la graine présentant des cellules plates à paroi externe très épaisse, à protubérances verruqueuses vers l'intérieur et à cavité réduite (certains *Grevillea*).

Tf. P. parfois nul (*Hakea, Banksia, Dryandra*), plus généralement homogène et plus ou moins écrasé (*Persoonia*, etc.), ou à cellules à parois minces, grandes (certains *Grevillea*), ou arrondies à contenu brun-rouge, serrées (certains *Grevillea*) ou non (*Lomatia*) les unes contre les autres ; ou cellules à parois peu épaisses et ponctuées, allongées tangentiellement (*Hylomelum*), ou sclérenchyme à parois très épaisses et ponctuées, parcouru par de nombreux faisceaux (*Macadamia*), ou 1 assise de cellules à parois interne et latérales sclérifiées et ponctuées (*Stenocarpus*); rarement *Tf. P.* différencié (certains *Grevillea*) en :

Tf. e. P., cellules à parois minces.

Tf. i. P. pénétrant par place dans le *Tf. e. P.*, à cellules palissadiques, à parois épaisses, à contenu tannigène brunâtre.

Ep. i. P. écrasé, sauf dans les cas où il est à parois minces résistantes (certains *Grevillea*), ou à parois toutes très épaisses, ponctuées, sclérifiées et alors à cellules rondes (*Macadamia*), ou prismatiques sans (**Hylomelum**, certains *Grevillea*) ou avec un cristal (certains **Stenocarpus**, certains **Hakea**), ou à cellules à parois interne et latérales seulement épaisses et canaliculées, cristalligènes, tangentielles (certains **Stenocarpus**) ou prismatiques avec (**Telopea**, **Banksia**, **Dryandra**, certains **Hakea**) ou sans un cristal par cellule (**Lomatia**).

Ep. e. S. écrasé (*Persoonia, Lomatia*, certains *Grevillea*), ou cellules à parois minces (certains *Grevillea*), ou à paroi externe épaisse cuticulée (*Isopogon, Petrophila, Leucadendron, Conospermum*) ou à parois toutes épaisses

et alors allongées longitudinalement avec (*Telopea*, *Stenocarpus*) ou sans cuticule (*Hakea*, *Hylomelum*, où elles sont parfois dédoublées en deux assises), parfois non allongées (*Macadamia*) ou à épaississements spiralés et à cuticule (*Banksia*, *Dryandra*).

Tf. S. nul (*Isopogon*, *Petrophila*, *Leucadendron*, *Conospermum*, *Grevillea*) ou plus ou moins écrasé (*Persoonia*, etc.) ou à plusieurs assises de cellules tangentielles à parois épaisses (*Hakea*, *Hylomelum*), ou bien (**Macadamia**) dans la partie supérieure de la graine, cellules à parois minces, à contenu tannigène, allongées en divers sens ; dans la partie inférieure, nombreuses assises de cellules à parois très épaisses, canaliculées, contenant chacune un cristal d'oxalate de chaux.

Ep. i. S. écrasé sauf dans les genres suivants, où il y a des cellules à parois minces soit à cavités larges (*Telopea*), soit allongées longitudinalement (*Hakea*, *Stenocarpus*), soit tangentiellement avec (*Lomatia*) ou sans contenu brun (*Hylomelum*, *Banksia*, *Dryandra*), soit palissadiques (*Macadamia*) ou des cellules prismatiques, à parois interne et latérales très épaisses, sclériflées, canaliculées avec (certains **Grevillea**) ou sans (autres **Grevillea**) un cristal par cellule.

Nucelle résorbé, sauf chez certains *Grevillea* où il présente la structure suivante :

Ep. e. N., fibres longitudinales, à parois épaisses, cellulosiques, à cavité réduite.

Tf. N. comme à l'*Ep. N.*, mais à fibres tangentielles.

Ep. i. N. (épidermoïde), cellules longitudinales à parois minces et à cavité large.

Alb. totalement écrasé, sauf chez *Persoonia*, *Isopogon*, *Leucadrendron* et *Conospermum*, où il subsiste une assise protéique.

Dans les graines à bords ailés, ceux-ci sont formés par la partie externe et moyenne des téguments, sauf chez *Hakea* et *Hylomelum* où ils ne sont formés que par la partie externe (*Ep. e. P.* et *Tf. P.*)

Remarque : Malgré la grande variabilité des caractères qui résulte de l'exposé qui précède, les graines des Protéacées présentent toutes, sauf celles de *Petrophila* et de *Conospermum* une couche bien caractéristique que Schwartzbart appelle *couche ruminée*, laquelle ne consiste qu'en une seule assise de cellules généralement cristalligènes et qui peut appartenir à l'un ou à l'autre tégument, suivant les genres; ceux-ci sont imprimés en **caractères gras** à l'endroit où la couche en question est décrite pour chacun d'eux.

114. — DAPHNÉACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Gilg E.-P. (*55*).

Ovules anatropes à deux téguments.

On ne connait pas encore l'anatomie de la graine.

115. — LAURACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Neri (*167*), Holm (*107*).

Genres *Laurus* (1), *Persea* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument et réduit à un tissu complètement écrasé. Pas d'albumen.

Groupe B. — Apétales amentacées.

116. — JUGLANDACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Warming (*266*), Godfrin (*66*), Engler E.-P. (*55*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*).

GENRES *Juglans* (1), *Carya* (1).

OVULES orthotropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules prismatiques ou tabulaires à parois épaissies, surtout l'externe et l'interne; des stomates.

Tf. T., parenchyme à cellules plus ou moins petites; des faisceaux libéroligneux.

Ep. i. T. écrasé.

Albumen assez abondant.

117. — CUPULIFÈRES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*).

GENRES *Carpinus* (1), *Castanea* (2), *Corylus* (1), *Fagus*, *Quercus* (2).

OVULES anatropes à un tégument.

SPERMODERME formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe épaisse, les autres minces, contenant, chez *Fagus*, une substance brune ; peu distinct chez *Carpinus*.

Tf. T., parenchyme à cellules à parois minces de plus en plus petites vers l'intérieur ; assises plus ou moins nombreuses, jusqu'à 36 (*Castanea*), 3 à 5 (*Corylus*), 2 (*Carpinus*) ; des faisceaux libéroligneux.

Ep. i. T. généralement peu distinct, sauf chez *Castanea* où il est formé de cellules cubiques à parois épaisses.

Alb. peu abondant, parfois nul (*Castanea*, *Quercus*).

118. — BÉTULACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Prantl E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Rowlee and Hastings (*210*), Winckler E. (*56*).

Genres *Betula* (1), *Alnus* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules petites, à parois peu épaisses.

Tf. T., 1 ou quelques assises de parenchyme à parois minces, écrasé.

Ep. i. T. écrasé.

Alb. peu abondant.

119. — SALICACÉES.

Bibliographie : Pax E.-P. (*55*), Van Tieghem (*248*).

Ovules anatropes à un tégument.

N'ayant pu me procurer le travail de ce dernier auteur, je ne puis donner aucune indication au sujet de l'anatomie des graines de Salicacées.

CLASSE II. — MONOCOTYLÉES.

---

120. — BUTOMACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*250*), Buchenau E.-P. (*55*), Hall (*83*), Fauth (*57*), Buchenau E. (*56*).

GENRES *Butomus* (1), *Limnocharis* (1).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., chez *Butomus* : cellules tabulaires, à contour hexagonal de face, à parois externe et interne très épaisses ; la paroi externe un peu bombée, munie à l'extérieur d'épaississements verruqueux ; parois latérales relativement minces ; paroi interne fortement bombée. Contenu brun rougeâtre vif. Aux faites des côtes de la graine, cellules à paroi externe semi-circulaire chevauchant sur deux autres cellules épidermiques en dessous desquelles il y a un grand méat. Chez *Limnocharis*, cellules bombées, papilleuses, à parois minces, de hauteurs différentes.

Ep. i. P., cellules plus ou moins plates à parois toutes relativement minces et ponctuées (*Butomus*) ou à paroi interne seule très épaisse (*Limnocharis*).

Ep. e. S., cellules tabulaires, très plates, plus ou moins hexagonales et larges de face (*Butomus*) ou écrasées (*Limnocharis*).

Ep. i. S. écrasé en une lame épaisse.

Nucelle écrasé.

121. — ALISMACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Godfrin (*66*), Brandza (*27*), Buchenau E.-P. (*55*), Attema (*9*), Buchenau E. (*56*), Fauth (*57*).

GENRES *Alisma* (1), *Elisma* (1), *Sagittaria* (1).

PÉRICARPE : *Ep. e.*, cellules assez hautes, étroites, plus ou moins allongées longitudinalement, à paroi externe un peu épaissie, les autres minces, parfois subérisées (*Sagittaria*), contenant parfois des grains d'amidon (*ibid.*) ; parfois des stomates (*ibid.*).

Tf. parfois homogène à 2 ou 3 assises de cellules fibreuses à parois relativement minces, ponctuées, à section polygonale, comprenant 2 ou 3 canaux résineux ; ce *Tf.* se prolonge dans les ailes du fruit en un parenchyme subéreux, à cellules à parois minces, ponctuées, polyédriques (*Sagittaria*). Ordinairement *Tf.* différencié en :

Tf. e., 1 (*Alisma*) à 4 (*Elisma*) assises de cellules parenchymateuses, à cavité plus ou moins grande, allongées longitudinalement, à parois un peu épaissies et ponctuées (*Alisma*) ou minces et pourvues d'épaississements spiralés (*Elisma*).

Tf. i. à plusieurs assises de cellules fibreuses, à section polygonale, à parois très épaisses, sclérifiées, à ponctuations canaliculées peu nombreuses ; continu (*Alisma*) ou interrompu en massifs alternant avec des lacunes dont ils sont séparés par des prolongements de *Tf. e.* (*Elisma*).

Ep. i., cellules allongées longitudinalement, tantôt à parois minces plus ou moins écrasées (*Alisma*), tantôt à parois latérales ondulées, les internes bombées et très épaisses (*Sagittaria*), tantôt à parois externe et latérales épaisses et sclérifiées en face des massifs scléreux, minces en face des lacunes (*Elisma*).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et parfois par le nucelle.

Ep. e. P., cellules tabulaires (*Sagittaria*) ou allongées longitudinalement (*Alisma*, *Elisma*), à paroi externe modérément épaissie, les autres minces, les latérales parfois ondulées (*Sagittaria*) à contenu coloré.

Tf. P., nul (*Sagittaria*) ou 1 assise de cellules écrasées, jaune brunâtre, hexagonales de face (*Alisma*, *Elisma*).

Ep. i. P. fortement écrasé, à contenu grumeux (*Sagittaria*), ou cellules assez grandes, vides, carrées de face.

Secondine écrasée en une lame nacrée épaisse (*Alisma*, *Elisma*) ou cellulosique (*Sagittaria*).

Nucelle résorbé (*Alisma*, *Elisma*) ou écrasé en une lame cellulosique (*Sagittaria*).

122. — COMMÉLINACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Schönland E.-P. (*55*), Gravis (*67*).

GENRE *Tradescantia* (1).

OVULES orthotropes à deux téguments ; primine à 4 assises, secondine à 2 assises de cellules.

SPERMODERME formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, vides, à parois minces cellulosiques.

Tf. P., 2 assises de cellules grandes, vides, à parois minces.

Ep. i. P., cellules à section carrée, à paroi interne brune et épaisse, contenant un cristal de silice.

Ep. e. S., cellules plates, à parois jaune-brun fortement épaissies ; cuticule recouvrant la paroi externe.

Ep. i. S., cellules rectangulaires à parois peu épaisses.

Nucelle formant une lame sans structure.

Alb. abondant, amylacé.

123. — LILIACÉES (y compris ASPARAGINÉES).

BIBLIOGRAPHIE : Vesque (*251*), Godfrin (*66*), Engler E.-P. (*55*), Gérard (*63*), Holfert (*104*), Brandza (*27*), Baroni (*14*), Poisson (*199*).

GENRES *Agraphis* (1), *Allium* (1), *Asparagus* (1), *Asphodelus*, *Colchicum* (1), *Hemerocallis* (1), *Lilium* (2), *Muscari* (1), *Ornithogalum* (1), *Ruscus* (1), *Scilla* (1), *Tritoma* (1), *Tulipa* (1), *Veratrum* (2).

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé généralement par la primine seule, la secondine étant résorbée ; parfois par la primine et la secondine (*Hemerocallis*, *Lilium*, *Tritoma*, *Tulipa*).

Ep. e. P., cellules généralement tabulaires, larges, à contenu diversement coloré, à parois toutes minces, rarement l'interne seulement (*Asparagus*), ou à parois toutes épaisses (*Veratrum*, *Colchicum*, *Hemerocallis*, *Ruscus*), à ponctuations généralement réticulées ; rarement rectangulaires de face (*Lilium*). Parfois des stomates (*Ornithogalum*, *Lilium*, *Tulipa*).

Tf. P. simple de 1 (*Tritoma*) ou plusieurs assises (*Lilium*, *Tulipa*, *Veratrum*, *Colchicum*) ou résorbé (*Ruscus*), ou différencié en :

Tf. e. P., parenchyme plus ou moins écrasé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*) ou à 2 assises de cellules à parois épaisses contenant un pigment plus ou moins foncé (*Hemerocallis*).

Tf. m. P., (chez *Hemerocallis* seulement), 5 ou 6 assises de cellules ovales à parois minces ; des faisceaux libéroligneux.

Tf. i. P., résorbé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*) ou écrasé (*Hemerocallis*).

Ep. i. P., résorbé (*Allium*, *Asparagus*, *Muscari*, *Ornithogalum*), ou écrasé (*Hemerocallis*), ou à cellules aplaties (*Lilium*, *Tritoma*, *Tulipa*), ou rectangulaires, à parois épaisses (*Ruscus*).

Ep. e. S.
Ep. i. S. } écrasés en une mince membrane (*Hemerocallis*) ou cellules étirées tangentiellement (*Lilium*, *Tulipa*) ou petites, arrondies (*Tritoma*).

124. — IRIDACÉES.

Bibliographie : Vesque (*250*), Godfrin (*66*), Harz (*91*), Pax E.-P. (55), Holfert (*104*), Brandza (*27*).

Genres *Anomatheca* (1), *Crocus* (2), *Gladiolus* (2), *Iris* (2), *Moraea* (1), *Sisyrinchium* (1), *Tigridia* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules ordinairement cubiques, parfois papilleuses (*Crocus*), ou grandes et plates (*Sisyrinchium*).

Tf. P., 1 (*Crocus*, *Tigridia*) ou plusieurs assises de cellules aplaties, parfois (*Iris*, *Moraea*) cellules de l'assise moyenne (*Tf. m. P.*) plus grandes, tannigènes ; rarement *Tf. P.* nul (*Anomatheca*).

Ep. i. P., cellules ordinairement grandes, plus ou moins prismatiques, ou bien cellules plates à parois plus ou moins épaisses (*Anomatheca*, *Sisyrinchium*) ou minces (*Tigridia*).

Secondine à 2 assises de cellules aplaties (*Iris*, *Moraea*) ou à 1 seule assise de cellules ordinairement grandes, plates, à parois épaisses, ou plus rarement (*Sisyrinchium*) cubiques, à parois très épaisses.

125. — AMARYLLIDACÉES.

Bibliographie : Johow (*114*), Pax E.-P. (*55*), Brandza (*27*).

Genres *Amaryllis*, *Apteria*, *Burmannia*, *Galanthus*, *Leucojum*, *Narcissus*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par 2 ou 3 assises externes de la primine. Secondine résorbée, ainsi que les assises internes de la primine.

126. — ORCHIDACÉES.

Bibliographie : Johow (*114*), Pfitzer E.-P. (*55*), Hérail et Bonnet (*101*), Pfitzer E. (*56*).

Genres *Wallschlaegelia* (1), *Vanilla* (1).

Ovules anatropes sans téguments.

Spermoderme formé par le nucelle.

127. — CANNACÉES.

Bibliographie : Junowicz (*119*), Mattirolo (*153*), Petersen E.-P. (*55*).

Ovules anatropes à deux téguments.

Les deux premiers auteurs citent les Cannacées parmi les familles dont les graines présentent une assise de cellules palissadiques à parois épaisses et à ligne lumineuse ; ils ne donnent pas l'origine des couches cellulaires.

128. — ZINGIBÉRAGÉES.

Bibliographie : Petersen E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Tschirch und Oesterle (*240*), Schade (*211*), Schumann E. (*56*).

Genres *Eletteria* (1), *Amomum* (1).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la primine et la secondine.

Ep. e. P., cellules petites, carrées, à parois externe et interne très épaisses.

Tf. e. P., parenchyme plus ou moins écrasé.

Tf. m. P., cellules oléifères, grandes, carrées, à parois minces.

Tf. i. P. } écrasés.
Ep. i. P. }

Ep. e. S., scléréïdes courtes, allongées radialement, à parois brunes, l'interne très fortement épaissie, contenant un grain verruqueux.

Ep. i. S. résorbé.

129. — POTAMOGÉTONACÉES.

Bibliographie : Ascherson E.-P. (55), Holferty (*105*).

Genre *Potamogeton* (1).

Ovules campylotropes à un tégument.

Pas de renseignements sur la constitution de la graine mûre.

130. — ARACÉES.

Bibliographie : Vesque (*251*), Engler E.-P. (55), Brandza (27).

Genre *Anthurium* (1), *Arum*, *Colocasia*, *Peltandra*.

Ovules anatropes à deux téguments (*Anthurium*) ou à un tégument.

Spermoderme formé soit par la primine et la secondine, soit par le tégument unique. D'où deux cas :

1° *Ep. e. P.*, cellules prismatiques.

Ep. i. P., cellules cubiques à parois interne et latérales fortement sclérifiées.

Ep. e. S. }
Ep. i. S. } cellules plates.

2° Le spermoderme est formé par les assises externes du tégument, les assises internes étant résorbées (*Arum*, *Colocasia*, *Peltandra*).

131. — JONCACÉES.

Bibliographie : Godfrin (*66*), Harz (*91*), Buchenau E.-P. (55), Brandza (27), Laurent (*134*bis).

Genres *Juncus* (4), *Luzula* (5).

Ovules anatropes à deux téguments de deux assises chacun.

Spermoderme formé par la primine, la secondine et le nucelle.

Ep. e. P., cellules grandes, plates (*Juncus*) ou prismatiques (*Luzula*), à mucilage plus (*Luzula*) ou moins (*Juncus*) abondant.

Tf. P., nul (*Juncus*) ou à cellules plates, parfois à contenu brunâtre (*Luzula*).

Ep. i. P., cellules aplaties à paroi interne sclérifiée (*Juncus*) ou non (*Luzula*).

Ep. e. S., cellules écrasées.

Ep. i. S., cellules cubiques à parois toutes épaisses, à contenu brun (*Luzula*) ou à paroi interne seule très épaisse (*Juncus*).

Ep. N. écrasé en un lame mince.

132. — PALMIERS.

Bibliographie : Morren (*166*), Harz (*91*), Gérard (*63*), Voigt (*256*), Drude E.-P. (*55*), Holfert (*104*), Molish (*162*), Winton (*274*), Wiesner (*272*).

Genres *Cocos* (1), *Calamus*, *Phœnix* (1), *Phytelephas*.

Ovules anatropes à deux téguments.

Les auteurs ne donnent pas l'origine des tissus du spermoderme des graines.

Ep. e. P., intimement uni à l'endocarpe avec lequel il se confond.

20 assises de cellules parenchymateuses blanches, allongées tangentiellement, à ponctuations réticulées.

20 assises environ de cellules parenchymateuses isodiamétriques, à parois claires, à contenu coloré.

133. — CYPÉRACÉES.

Bibliographie : Harz (*91*), Pax E.-P. (*55*), Wilczek (*273*).

Genres *Carex* (7), *Kobresia* (1), *Isolepis* (1), *Scirpus* (2), *Schœnus* (1), *Eriophorum* (1), *Cyperus* (1).

Le dernier auteur cité n'a étudié d'une manière approfondie que deux espèces de Carex, d'où résultent les données suivantes :

Péricarpe : *Ep. e.*, cellules à paroi externe silicéfiée, l'interne épaisse.

Tf. sclérenchymateux.

Ep. i., cellules transversalement allongées, à parois externe et interne épaissies en bourrelets.

OVULES anatropes à deux téguments.

SPERMODERME formé par la primine seule, la secondine étant résorbée, sauf la paroi interne de l'*Ep. i. S.*

Ep. e. P., cellules longitudinalement allongées, à parois radiales épaissies.

Tf. P. }
Ep. i. P. } écrasés.

Ep. e. S. résorbée.

Ep. i. S. résorbée, sauf la paroi interne.

134. — GRAMINÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Kudelka (*132*), Von Bretfeld (*257*), Harz (*91*), Schimper (*212*), Moeller (*161*), Gérard (*63*), Hassack (*93*), Lerner und Holzner (*136*), Jumelle (*117*), Holzner (*108*), Tschirch (*238*), Zoebl (*276, 277*), Holfert (*104*), Hérail et Bonnet (*101*), Macé (*150*), Tschirch und Oesterle (*240*), Krutizky (*131*), True-Rodney (*234*), Pammel (*181, 182*), Guérin (*71, 72, 73, 75*).

GENRES *Triticum, Hordeum, Lolium, Agropyrum, Ægylops, Avena, Uniola, Lygeum, Leersia, Phœnosperma, Diarrhena, Ampelodesmus, Enteropogon, Erianthus, Glyceria, Sorghum, Stipa, Piptatherum, Bromus, Brachypodium, Zea, Coïx, Euchlaena, Tripsacum, Oryza, Eleusine, Dactyloctenium, Crypsis, Sporobolus, Zizanopsis, Bambusa* (2), *Merostachys* (1).

PÉRICARPE plus ou moins complètement résorbé, à couches internes généralement respectées :

Ep. e., cellules à parois cellulosiques, épaisses, parfois (*Crypsis* et la plupart des *Sporobolus*) fortement mucilagineuses.

Tf. e. généralement collenchymateux, rarement parenchymateux (*Oryza*), mucilagineux (*Crypsis*, la plupart des

Sporobolus), ou sclérifié (*Sporobolus heterolepis, Zizanopsis*).

Tf. m. généralement résorbé, rarement parenchymateux (*Zea, Oryza*), mucilagineux (*Crypsis*, la plupart des *Sporobolus*), ou sclérifié (*Sporobolus heterolepis, Zizanopsis*).

Tf. i. généralement à cellules transversales en une assise, rarement en deux assises (*Hordeum, Bambusa, Merostachys*), rarement parenchymateux (*Oryza*), ou mucilagineux (*Crypsis, Sporobolus*), ou formant un réseau chlorophyllien (*Avena*), ou résorbé (*Coïx, Euchlaena, Eleusine, Dactyloctenium*).

Ep. i. en général partiellement résorbé, formé de cellules tubuleuses allongées longitudinalement, plus ou moins nombreuses et distantes les unes des autres ; rarement intègre (*Stipa, Piptatherum, Coïx, Euchlaena*), ou mucilagineux (*Cripsis, Sporobolus*), ou totalement résorbé (*Agropyrum, Ægylops, Eleusine, Dactyloctenium*).

Ovules anatropes à deux téguments.

Spermoderme formé par la secondine et presque toujours par l'*Ep. N.*, rarement, en outre, par le *Tf. N.* ; primine toujours résorbée.

Ep. e. S., cellules brunes, à parois minces, écrasées.

Ep. i. S., cellules plates, brunes, à parois minces, rarement épaisses (*Eleusine, Dactyloctenium*).

Ep. N., formant une bande hyaline, rarement résorbé (*Eleusine, Dactyloctenium, Bambusa, Merostachys*).

Tf. N. rarement persistant (*Lolium*) et s'ajoutant à l'*Ep. N.* pour former une large bande hyaline.

Spermoderme entièrement résorbé chez *Zea, Coix, Euchlaena, Tripsacum, Oryza*.

SOUS-EMBRANCHEMENT DES GYMNOSPERMES.

---

135. — GNÉTACÉES.

BIBLIOGRAPHIE : Eichler E.-P. (*55*), Bertrand (*18bis*).
GENRES *Ephedra*, *Welwitschia*, *Gnetum*.
OVULES orthotropes à un seul tégument.
SPERMODERME formé par le tégument réduit à une mince pellicule cornée résultant de l'écrasement des cellules à parois minces qui le constituent.

136. — CONIFÈRES.

BIBLIOGRAPHIE : Eichler, Engler und Prantl E.-P. (*55*), Bertrand (*18bis*), Tschirch und Oesterle (*240*), Pilger E. (*56*).
TRIBUS : **Taxinées** (GENRES *Torreya*, *Cephalotaxus*, *Taxus*, *Phyllocladus*) ; **Salisburiées**, **Podocarpées** (GENRES *Podocarpus*, *Saxe-Gothea*) ; **Abiétinées**, (GENRE *Pinus*), **Araucariées** (GENRE *Araucaria*) ; **Séquoiées** (GENRE *Sequoia*) ; **Cupressinées** (GENRES *Callitris*, *Cupressus*, *Biota*, *Juniperus*).
OVULES orthotropes à un seul tégument.
SPERMODERME formé par le tégument et parfois (*Juniperus*) par quelques restes écrasés du nucelle.
Ep. e. T., cellules plus (*Taxinées*, *Séquoiées*, *Cupressinées*) ou moins (*Salisburiées*, *Abiétinées*, *Saxe-Gothea*) petites à cuticule parfois très épaisse (*Taxinées*, *Salisburiées*), rarement (*Podocarpus*, *Araucariées*) entièrement confondu avec les tissus de l'écaille ovulifère.
Tf. e. T. nul (*Saxe-Gothea*) ou confondu avec les tissus de l'écaille ovulifère (*Podocarpus*, *Araucariées*) ou à 1 assise de cellules radiales (*Taxus*, *Phyllocladus*, *Juniperus*) ou aplaties (*Abiétinées*) ou fibreuses, sclérifiées, discontinues (*Séquoiées*, *Callitris*) ou plusieurs assises de cellules à parois minces entremêlées de glandes résinifères

passant peu à peu (*Salisburiées*) ou non au *Tf. m. T.*, parcourues dans toute leur étendue (*Cephalotaxus*) ou partiellement (*Torreya*) ou nullement (*Cupressus*, *Biota*) par deux faisceaux.

Tf. m. T., généralement plusieurs assises de cellules sclérifiées isodiamétriques, rarement (*Torreya*) parcourues vers la base par deux faisceaux, parfois les assises internes (*Salisburiées*) ou toutes les assises (*Araucariées*) allongées longitudinalement, rarement 1 assise sclérifiée, prismatique (*Phyllocladus*), ou plusieurs assises de cellules à parois minces entremêlées de grosses glandes résinifères (*Séquoiées*, *Callitris*).

Tf. i. T., plusieurs assises écrasées, généralement fortement, rarement faiblement (*Séquoiées*, *Cupressinées*).

Ep. i. T., 1 assise se comportant comme le *Tf. i. T.*

Chez les Séquoiées, les *Ep. e. T.* et *Tf. e. T.* contribuent à former les ailes latérales de la graine.

137. — CYCADÉES.

Bibliographie : Eichler, Engler und Prantl E.-P. (*55*), Bertrand (*18bis*).

Genres *Cycas*, *Ceratozamia*, *Encephalartos*.

Ovules orthotropes à un seul tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules petites, à contenu jaune ou rouge, des stomates et souvent des poils (sauf chez *Encephalartos*).

Tf. e. T. uniforme (*Cycas*) ou plus épais vers le micropyle (*Encephalartos*), formé de cellules amylifères à parois peu épaisses, comprenant des glandes résinifères et des faisceaux.

Tf. m. T., sclérenchyme à plusieurs assises, les externes à cellules isodiamétriques, les internes à cellules allongées longitudinalement.

Tf. i. T., plusieurs assises écrasées, comprenant un faisceau.

Ep. i. T., cellules écrasées.

ADDITIONS ET CORRECTIONS

A la suite des publications récentes de M. Peltrisot (*188bis*, *188ter*), les modifications suivantes s'imposent : page 31.

22. — PIROLACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Artopœus (*8*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

Genres *Pirola* (4), *Moneses* (1), *Chimaphila* (1).

Ovules anatropes à un tégument de deux assises de cellules.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules allongées longitudinalement à parois interne et latérales un peu épaissies, colorées en jaune ou en brun, munies de ponctuations étroites (*Pirola, Chimaphila*) ou larges (*Moneses*).

Tf. T., *Ep. i. T.* } fortement écrasés.

Albumen aleurique.

22bis. — MONOTROPACÉES.

Bibliographie : Strasburger (*229bis*), Koch (*127bis*), Drude E.-P. (*55*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

Genre *Monotropa* (1).

Ovule anatrope à un tégument très transparent.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T., cellules à parois interne et latérales un peu épaissies.

Tf. T., *Ep. i. T.* } résorbés.

Albumen aleurique.

A la page 61 :

60. — ERICACÉES.

Bibliographie : Drude E.-P. (*55*), Holfert (***104***), Artopœus (*8*), Peltrisot (*188bis*, *188ter*).

Genres *Andromeda* (1), *Arbutus* (3), *Arctostaphylos* (4), *Bruckenthalia* (1), *Bryanthus* (2), *Calluna* (1), *Cassandra* (1), *Clethra*, *Daboecia* (1), *Enkianthus* (1), *Erica* (6), *Gaultheria* (2), *Kalmia* (4), *Ledum* (3), *Loiseleuria* (1), *Menziesia* (1), *Oxydendron* (1), *Pieris* (3), *Rhododendron* (8), *Zenobia* (1).

Ovules anatropes à un tégument.

Spermoderme formé par le tégument.

Ep. e. T. exceptionnellement dédoublé en plusieurs assises caractéristiques de cellules arrondies à parois très épaisses et ponctuées (*Andromeda*) ; ordinairement simple, à cellules parfois à contours sinueux de face et à paroi interne épaisse, seule (*Bruckenthalia*) ou en même temps que la partie interne des parois latérales (*Erica stricta*) ; le plus souvent à contours rectilignes, parfois isodiamétriques, polygonales à parois toutes épaisses et ponctuées également (*Zenobia* où quelques-unes sont cloisonnées tangentiellement), ou l'externe un peu moins (*Gaultheria procumbens*), ou à paroi interne seule très épaisse canaliculée et à paroi externe prolongée en papille (*Daboecia*) ; généralement cellules longitudinalement allongées, et alors très longues, fibreuses, à paroi interne seule un peu épaissie et ponctuée (*Oxydendron*, *Ledum*, *Rhododendron*, *Menziesia*), ou polygonales, moins longues, assez étroites, à parois interne et latérales épaisses et ponctuées (*Kalmia*) ou assez larges, plus courtes, à paroi externe mince (*Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Pieris*, *Enkianthus*, la plupart des *Erica*, *Calluna*, *Loiseleuria*, *Bryanthus*, *Clethra*), ou peu épaisse (*Cassandra*), ou assez épaisse (*Gaultheria Shallon*), à parois latérales entièrement épaissies, fortement (*Arbutus*, *Gaultheria Shallon*, *Cassandra*, *Enkianthus*, *Loiseleuria*), ou

modérément (*Clethra*), ou peu (*Bryanthus*, *Calluna*), ou diversement (*Arctostaphylos*), ou nullement (*Pieris*), ou dans leur portion interne seulement (la plupart des *Erica*), munies de ponctuations ordinaires (la plupart des genres), ou canaliculées minces (*Arbutus*) ou caractéristiques (*Calluna*), à paroi interne épaissie fortement (*Arbutus*, *Gaultheria Shallon*, *Cassandra*, *Loiseleuria*, *Clethra*), modérément (*Arctostaphyos*, *Erica*), ou peu (*Pieris*, *Calluna*, *Bryanthus*), à ponctuations caractéristiques (*Calluna*), ou très larges (*Clethra*). Parfois un contenu brun (*Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Gaultheria Shallon*, *Pieris*), ou jaune (*Bruckenthalia*).

Tf. T. / *Ep. i. T.* — écrasés en une lame brunâtre ordinairement mince, rarement assez épaisse (*Arctostaphylos*).

A la page 6, ligne 9 : lisez Af Klercker au lieu de Af. Klercker.

A la page 7, ligne 13 : lisez tégumens au lieu de téguments.

» 10, » 24 : » amène » amènent.

» 14, avant dernière ligne : lisez rapporter au lieu de reporter.

A la page 28, ligne 1 : lisez tabulaires au lieu de tubulaires.

A la page 47, dernière ligne : lisez *Scleranthus* au lieu de *Tcleranthus*.

A la page 88, ligne 8, lisez : *Euphorbia* au lieu de *Eupyorbia*.

A la page 89, ligne 3 : supprimez le mot : une.

BIBLIOGRAPHIE

1. — ABRAHAM MAX. : Bau und Entwicklungsgeschichte der Wandverdickungen und der Samenoberhautzellen einiger Cruciferen. — *Jahrbüch. f. wiss. Botanik*, XVI. Bd.

2. — ADLERZ E.: Bidrag till Frukväggens Anatomi hos Ranunculaceæ. — Örebro, 1884.

3. — AF KLERCKER JOHN E. F. : Untersuchungen uber den anatomischen Bau und die Entwickelung von *Ceratophyllum*. — *Bot. Centralblatt*, XXI. Bd., 1885, pp. 157-159.

4. — ARCHANGELI G.: Sul germagliamento della *Euryale ferox* Sal. — *Nuovo Giorn. botan. Italiano*, vol. XX, 1888, p. 467.

5. — ARCHANGELI G. : Sulla struttura dei semi della *Nymphea alba*. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 122-125.

6. — ARCHANGELI G.: Sulla struttura del seme del *Nuphar luteum* Sm. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 138-140.

7. — ARCHANGELI G.: Sulla struttura dei semi della *Victoria regia* Lindl. — *N. G. B. I.* XXI, 1889, pp. 286-289.

8. — ARTOPOEUS A.: Ueber den Bau und die Öffnungsweise der Antheren und die Entwickelung der Samen der Erikaceen. — *Flora* 92. Bd. 1903.

9. — ATTEMA J. J.: De Zaadhuid der Angiospermae en Gymnospermae en haare ontwikkeling. — Groningue, 1901.

10. — BACHMANN E. T.: Darstellung der Entwickelungsgeschichte und des Baues der Samenschalen der Scrophularineen. — *Nova Acta Leopoldina*, XLIII. Bd., Halle, 1881, 4°, 179 p.

11. — BACHMANN : Die Entwickelungsgeschichte des Samenflügels von *Rhinanthus*. — *Bot. Centralblatt*, XI. Bd., 1882

12. — Baroni E.: Sulla struttura del seme dell' *Evonymus japonica*. — *N. G. B. I.*, vol. xxiii, 1891, p. 513.

13. — Baroni E.: Ricerche anatomiche sul frutto e sul seme di *Eugenia myrtillifolia* D.C. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, Firenze, 1892, p. 275.

14. — Baroni E.: Sulla struttura del seme dell' *Hemerocallis flava* L. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, Firenze, 1892, p. 61.

15. — Beck G.: Vergleichende Anatomie der Samen von *Vicia* und *Ervum*. — *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, 1878, Mai, et *Bot. Zeitg.*, xxxvi, pp. 442, 767.

16. — Benecke F.: Die verschiedene Sesamarten und Sesamkuchen des Handels. — *Pharm. Centralblatt*, 1887, n° 22, p. 545-551.

17. — Berg Otto.: Anatomischer Atlas zur Pharmaceutischen Waarenkunde. — Berlin, 1885.

18. — Bertrand E. C.: Traité de Botanique. — *Archives botaniques du Nord de la France*. Lille, 1881.

18bis. — Bertrand C. E.: Étude sur les téguments séminaux des végétaux Phanérogames Gymnospermes. — *Ann. des Sciences naturelles Botanique*, 6e série, tome vii.

19. — Bille Gram.: Om Fröskallen Bygning hos Euphorbiaceerne. — *Bot. Tidskrift*. 20e Bd., pp. 358-385 et 5 pl., 1896.

20. — Billings F.: Beiträge zur Kenntniss der Samenentwickelung... — *Flora*, 1901, p. 253.

21. — Bischoff: Handbuche der botanischen Terminologie und Systemkunde. I. Bd.; Nurnberg, 1833.

22. — Blondel H.: Observations sur la structure des graines de *Soja hispida*. — *Journ. de pharmacie et de chimie*, 5e série, t. 18, Paris 1888, pp. 537-541.

23. — Bochman F.: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte officineller Samen und Früchte. — *Inaug. Diss.*; Berne 1901.

24. — Bordzilowski J. : Ueber die Entwicklung der beerenartigen und fleischigen Früchte. — *Erste Mitth. Arb. Kiewer Naturf. Ges* ; Bd. IX, H. 1, pp. 65-106. Kiew 1888 (en russe).

25. — Brandza Marcel : Sur l'anatomie et le développement des téguments de la graine chez les Géraniacées, Lythrariées et Oenothérées. — *Bull. Soc. bot. de France*, t. XXXVI, 1889, pp. 417-420.

26. — Brandza Marcel : Recherche sur le développement des téguments séminaux des Angiospermes. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1890, 1er semestre, t. CX, pp. 1223-1225.

27. — Brandza Marcel : Développement des téguments de la graine. — *Revue générale de Botanique*, t. III, 1891.

28. — Briosi G. e Torquato G. : Intorno alla struttura anatomica ed alla composizione chimica del frutto del Pomodoro (*Lycopersicum esculentum* Mill). — *Rendi conti delle sess. della R. Acad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna*, 1889, pp. 59-64.

29. — Briquet J. : Sur la carpologie du *Bupleurum croceum* Fenzl. et du *Bupleurum Heldreichii*. — *Bull. Herb. Boissier*, Genève, t. III, p. 73.

30. — Briquet J. : Recherches anatomiques et biologiques sur le fruit du genre *Oenanthe*. — *Bull. du Labor. de Bot. gén. de Genève*, t. III, p. 9.

31. — Briquet John : Sur la carpologie et la systématique du genre *Rhyticarpus*. — *Bull. Herb. Boissier*, t. V, 1897, p. 444.

32. — Brongniart Ad. : Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames. — Paris, 1827.

33. — Bruinotte C. : Sur les téguments séminaux de quelques espèces du genre *Impatiens L.* — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1900, t. CXXX, p. 181.

34. — BUCHENAU : Die Sculptur der Samenhaut bei den deutschen *Juncus*. — *Bot. Zeitg.*, 1867, xxv.

35. — BURCHARD O. : Ueber den Bau der Samenschale einiger *Brassica*-und *Sinapis*-Arten. — *Journ. f. Landw.*, XLII Bd. 1894, H. 28, p. 125.

36. — BUSCALIONI L. : Sulla struttura e sullo sviluppo del seme della *Veronica hederaefolia*. — *Memorie Acad. Torino*, ser. II, t. 43, 1893. Tiré à part in-4° ; 50 p. avec 3 pl.

37. — BUSCALIONI L. : Contribuzione allo studio della membrana cellulare. Parte IV. — *Malpighia* VIII, p. 3.

38. — CAMPBELL D. H. : Embryosac of *Peperomia*. — *Annals of Botany*, 1901, March.

39. — CAVARA F. : Ricerche sullo sviluppo del frutto della *Thea chinensis*. — *Bull. Soc. bot. Ital.*, 1898, p. 238.

40. — CHALON : La graine des Légumineuses. — Mons, 1875.

41. — CHATIN J. : Etudes sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées, les Solanées, les Borraginées et les Labiées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 5e sér., t. XIX, 1874.

42. — CHODAT R. et RODRIGUE A. : Le tégument séminal des Polygalacées. — *Bull. Herb. Boissier*, t. I, 1893, pp. 197-202.

43. — CLAES et THYES : Des précautions à prendre dans l'analyse des denrées alimentaires. — *Bull. de l'Ass. Belge des Chimistes*, VI, nos 2 et 3 ; Bruxelles, 1892.

44. — CLAES et THYES : Contribution à l'examen microscopique du poivre et de ses falsifications. — Bruxelles, 1893.

45. — CLAES et THYES : Histologie et Morphologie comparée des Tests des graines entrant dans la composition normale des principaux tourteaux alimentaires. — Bruxelles, 1893.

46. — CORRENS C. : Ueber die Epidermis der Samen von *Cuphea viscosissima.* — *Berichte d. Deustche bot. Gesellschaft*, x. Bd., 1892, p. 143.

47. — CRAMER : Pflanzenphysiologische Untersuchungen. — *Botanische Beiträge*, Heft 3 ; Zurich, 1855.

48. — D'ARBAUMONT JULES: Note sur les téguments séminaux des Crucifères. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XXXVII, 1890.

49. — DECAISNE : Sur le pollen et l'ovule du Gui. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 2e sér., t. XIII, 1840, pp. 292-340.

50. — DECROCK E. : Anatomie des Primulacées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 8e sér., t. XIII, 1901.

51. — DE LANESSAN : Sur la structure du *Garcinia Mangostan.* — *Bull. mens. de la Soc. Linnéenne de Paris*, 1875, t. XIV, pp. 484-486.

52. — DE TONI G.-B. : Ricerche sulla istologia del tegumento seminale et sul valore dei caratteri carpologici nella classificazione dei Geranii. — Tiré à part de *A. Ist. Ven.*, ser. VI, t. 6, 1888, 43 p.

53. — DUCAMP L. : Recherches sur l'embryogénie des Araliacées. — *Ann. des Sciences nat. Botanique*, 8e sér., t. XV, 1902.

54. — DUTAILLY G. : Des épaississements cellulaires spermodermiques chez les Cucurbitacées. — Paris, 1872.

55. — ENGLER A. und PRANTL K. : Die natürlichen Pflanzenfamilien. — Leipzig, 1887.

56. — ENGLER A : Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. — Leipzig, 1900.

57. — FAUTH AD. : Beiträge zur Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einiger einheimischer Wasser-und Sumpfpflanzen. — *Beih. Botan. Centralbl.* XIV (1903), H. 3.

58. — FICKEL, J.-F : Ueber die Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Samenschalen einiger Cucurbitaceen. — *Bot. Zeitg.*, XXXIV, p. 737.

59. — FLUCKIGER : Lehrbuch der Pharmakognosie des Pflanzenreiches. — Berlin, 1867.

60. — GARCIN A.-G. : Recherches sur l'histogénèse des péricarpes charnus. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 7e sér., t. XII, 1890.

61. — GARCKE A : Pharmaceutische Waarenkunde von Dr O. Berg ; Aufl. 4. neu bearbeitet. — Berlin, 1869.

62. — GARDINER W. and HILL A.-W. : The histology of the Endosperm during germination in *Tamus communis* and *Galium tricorne*. — *Proceed. of the Cambridge Philos. Soc.*, vol. XI, p. 445.

63. — GÉRARD, R. : Traité pratique de Micrographie. — Paris, 1887.

64. — GIBELLI G. e FERRERO F. : Ricerche di Anatomia e morfologia intorno allo sviluppo dell' ovolo e del seme della *Trapa natans* L. — *Malpighia*, an. V, 1891.

65. — GIBELLI G. e FERRERO F. : Ricerche di anatomia e morfologia intorno allo sviluppo del fiore e del frutto della *Trapa natans* L. — *Malpighia* IX, 1895.

66. — GODFRIN J. : Etude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes. — Nancy, 1880.

67. — GRAVIS A. : Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. — *Mémoires couronnés et Mém. des Savants étrangers publiés par l'Académie Royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. LVII, 1898.

68. — GRESSNER H. : Zur Keimungsgeschichte von *Cyclamen*. — *Bot. Zeitg.*, XXXII.

69. — GRIS A. : Note sur les téguments de la graine du Ricin. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 4e sér., t. XVII, 1862.

70. — GRÜTTER W. : Ueber den Bau und die Entwicklung der Samenschalen einiger Lythrarieen. — *Inaug. Diss.*, 26 p., in-4° ; Basel, 1894.

71. — GUÉRIN P. : Structure particulière du fruit de quelques Graminées. — *Journal de Botanique*, XII, p. 365.

72. — GUÉRIN P. : Sur le développement des téguments séminaux et du péricarpe des Graminées. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XLV, p. 405, 1898.

73. — GUÉRIN P. : Sur le développement du tégument séminal et du péricarpe des Graminées. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, sér. 8, t. XX.

74. — GUÉRIN P. : Développement de la graine et en particulier du tégument séminal de quelques Sapindacées. — *Journ. de Botan.*, 1901.

75. — GUÉRIN P. : Développement et structure anatomique du fruit et de la graine des Bambusées. — *Journ. de Botan.* 1903, n°s 10-11.

76. — GUÉRIN P. : Développement et structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXXXVI, n° 18, 4 mai 1903; Paris.

77. — GUÉRIN P. : Recherches sur le développement et la structure anatomique du tégument séminal des Gentianacées. — *Journ. de Botanique*, 1904, n° 1.

78. — GUIGNARD L. : Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. — *Journ. de botanique*, 4e année, 1890.

79. — GUIGNARD L. : Note sur l'origine et la structure du tégument séminal chez les Capparidées, Résédacées, Hypéricacées, Balsaminées et Linacées. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XL, pp. 56-59, 1893.

80. — GUIGNARD L. : Recherches sur le développement de la graine et en particulier du tégument séminal. — *Journal de Botanique*, VII, 1893.

81. — HABERLANDT : Die Schutzeinrichtungen in der Entwicklung der Keimpflanze.

82. — HABERLANDT : Ueber die Entwicklungsgeschichte und den Bau der Samenschalen besonders der Gattung *Phaseolus*. — *Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien*, LXXV. Bd., 1 Abth., 1877.

83. — HALL : An embryological study of *Limnocharis emarginata*. — *Botanical Gaz.*, XXXIII (1902), p. 214.

84. — HALLSTRÖM K.-Th. : Anatomische Studien über die Samen der Myristicaceen und ihre Arillen.— *Arch. d. Ph.*, 233, 1895, p. 441.

85. — HANAUSEK T.-F. : Ueber die Harz-und Oelräume in der Pfefferfrucht. — *Jahresber. der Staatsrealsch. am Schottenfelde* ; 1885-1886, 14 p. ; Wien, 1886.

86. — HANAUSEK T.-F. : Ueber die Samenhautepidermis der *Capsicum*-Arten. — *Ber. der Deutschen bot. Geselchsch.*, 1888, pp. 329-331.

87. — HANAUSEK T.-F. : Zur mikroskopische Charakteristik der Baumwollensamenproducte. — *Zeitschr. öst. Apoth.*, 1888, n° 35, pp. 569-572 ; n° 36, pp. 591-595.

88. — HANAUSEK T.-F. : Die Entwicklungsgeschichte der Frucht und des Samens von *Coffea Arabica* L. — *Zeitschr. für Nahrungsmittelunters. und Hygiene*, 1890 et 1891.

89. — HARTWICH C. : Ueber die Samenschale der Koloquinthe. — *Archiv der Pharm.*, XVII. Bd., 1882, p. 582.

90. — HARTWICH CARL. : Ueber die Samenschale der Solanaceen. — *Festschr. Naturf. Ges. Zurich*, 2 Theil, 41. Bd., 1897.

91. — HARZ : Landwirthschaftliche Samenkunde. — Berlin, 1885.

92. — HARZ C.-O. : Verholzung bei höheren Pflanzen, speciell über das Vorkommen von Lignin in Samenschalen. — *Sitzg. des bot. Ver. in München* vom 13. Mai 1885 ; *Bot. Centralblatt*, 1885, n°s 40, 41, 42.

93. — HASSACK K. : Die cultivirten *Sorghum*-Arten, der anatomische Bau ihrer Früchte und ihre technische Bedeutung. — *Mitt. aus dem Labor. für Waarenkunde an der Wien. Handels-Ak.*, 15. Jahresb., Wien, 1887, pp. 113-140.

94. – HEGELMAIER F. : Zur Entwickelungsgeschichte monocotyledoner Keime, nebst Bemerkungen über die Bildung der Samendeckel. VI. — *Bot. Zeitg.*, XXXII, p. 705.

95. — HEGELMAIER F. : Ueber Bau und Entwickelung einiger Cuticulargebilde. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik*, IX, p. 286.

96. - HEGELMAIER F. : Zur Entwicklungsgeschichte endospermatischer Gewebekörper. — *Bot. Zeitg.*, 1886, p. 591.

97. — HEGELMAIER Fr. : Ueber den Keimsack einiger Compositen und dessen Umhüllung. — *Bot. Zeitg.*, 1899.

98. — HEIMERL : Beiträge zur Anatomie der Nyctagineen I. — *Denkschr. Wien. Akad. Mathem. Naturw. Kl.*, LIII. Bd., 1887, 2e Abth., pp. 61-78.

99. — HEINECK OTTO : Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues der Fruchtschalen der Compositen. — *Inaug. Diss.*, Giessen, 1890, 26 p., 8°.

100. — HEINRICHER E. : Zur Biologie der Gattung *Impatiens*. — *Flora*, 1888, n° 11, pp. 163-175; n° 12, pp. 179-185.

101. — HÉRAIL et BONNET : Manipulations de botanique médicale et pharmaceutique. — Paris, 1891.

102. — HERLANT A. : Caractères microscopiques de quelques graines officinales. — Bruxelles, 1882.

103. — HOFMEISTER : Ueber die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Aussenfläche von Samen und Perikarpien. — *Berichte der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, Leipzig, 1858, Heft. 1.

104. — HOLFERT J. : Die Nährschicht der Samenschalen. — *Flora*, 1890.

105. — HOLFERTY G. M. : Ovule and Embryo of *Potamogeton natans*. — *Bot. Gazette*, 1901, XXXI, n° 5, pp. 339-346.

106. — HOLM TH. : *Obolaria virginica* L.. A morphological and anatomical study. — *Ann. of bot.*, t. XI, 1897.

107. — HOLM : The seedlings of *Jatropha multifida* L. and *Persea gratissima* Gartn. — *Bot. Gazette*, vol. XXVIII, 1899, p. 60.

108. - HOLZNER : Die Bestandtheile und Gewebeformen des bespeltzen Gerstenkornes. — *Zeitschr. f. d. gesammte Brauwesen*, München, 1888, nº 23.

109. — HOLZNER : Die äussere Samenhaut der deutschen *Drosera*-Arten. — *Flora*, 90. Bd., 1902.

110. — HUBER J. : Observaçoes histologicas e biologicas sobre o fructo da *Wulfia stenoglossa* D. C. (Jambû).

111. — ICHIMURA T. : Studies on the bukwheat. — *Bot. mag.*, Tokio, pp. 99-101.

112. — JELIFFE E. : A study of some of the nuclets of the officinal Labiates. — *The Druggist Circular*, vol. 41, 1897.

113. — JOHNSON DUNCAN S. : On the endosperm and embryo of *Peperomia pellucida*. — *The Botanical Gazette*, vol. XXX, 1900, nº 1.

114. — JOHOW F. : Die chlorophyllfreien Humusbewohner West Indiens. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, LX. Bd., 1885.

115. — JUEL H.-O. : Zur Entwickelungsgeschichte des Samens von *Cynomorium*. — *Beih. Botan. Centralb*, Bd. XIII, H. 2, 1902.

116. — JUEL H.-O. : Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Samenanlage von *Casuarina*. — *Flora*, 92. Bd., 1903.

117. — JUMELLE H. : Sur la constitution du fruit des Graminées. — *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 1888, 2ᵉ sem., t. CVII, pp. 285-287.

118. — JUMELLE H. : Sur les graines à deux téguments. - *Bull. Soc. bot. de France*, 1888, t. 35, pp. 302-304.

119. — JUNOWICZ R. : Die Lichtlinie in den Prismenzellen der Samenschalen. — *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien*, Bd. LXXVI, Abt. I, Oct. H., 1877.

120. — KAYSER G. : Ueber das Verhältniss der Integumente der Samenanlagen zu den Samendecken der reifen Samen. — *Ber. pharm. Ges.*, Bd. I, 1891.

121. — Kayser G. : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samendecken bei den Euphorbiaceen mit besonderer Berücksichtung von *Ricinus communis* L. – *Ber. pharm. Ges.*, Bd. II, 1892.

122. — Kayser G. : Ueber das Verhalten des Nucellus in den Samenanlagen von *Croton flavens* L. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, XI, 1893.

123. — Kayser G. : Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte der Samen mit besonderer Berücksichtung des hystogenetischen Aufbaues der Samenschalen. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, XXV. Bd., 1893. pp. 79-148.

124. — Kinzel W. : Ueber die Samen einiger *Brassica*- und *Sinapis*-Arten, mit besonderer Berücksichtung der ostindischen. — *Die landwirthschaftlichen Versuchstationen*, LII. Bd., H. 3.

125. — Koch : Untersuchungen über die Entwickelung des Samens der Orobanchen. — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, XI. Bd., 1877, p. 233.

126. — Koch L. : Zur Entwickelungsgeschichte der Cusscuteen. — *Verhandl. des Heidelberger naturhist. medic.-Vereins.* N. ; Ser. I, H. 1.

127. — Koch L. : Untersuchungen über die Entwickelung der Cuscuteen. — *Hanstein's bot. Abhandlungen*, II. Bd., H. 3.

127bis. — Koch L. : Die Entwicklung der Samen von *Monotropa Hypopitys.* — *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1882, p. 227.

128. — Koorders : De kiemontwikkeling van *Tectona grandis* L. — *Natuurk. Tijdschr. v. Ned. Indië*, deel I, ser. 8, 1892.

129. — Korzschinky S. : Ueber die Samen der *Aldrovandia vesiculosa* L. — *Bot. Centralblat*, 1886, n° 37, pp. 302-304 ; n° 3, pp. 334-335.

130. — KRAUS G.: Ueber den Bau trockner Pericarpien. — *Jahrb. f. wiss Bot.*; 1866, V. Bd., H. 1.

131. — KRUTIZKY P.: Sur quelques particularités dans la structure de caryopses secs du blé (en russe). — Analysé dans *Uebers. der Leist. auf dem Gebiete d. Bot. in Rüssland während 1891, von Famintzin*; St-Pétersbourg, 1893, p. 62.

132. — KUDELKA : Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau der Frucht und Samenschalen nuserer Cerealien. — *Landw. Jahrb. v. Nath. u. Thiel*, 1875.

133. — KUEHN J.: Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes ; Dresden 1875, 5. Auflage.

134. — LANG FR. X.: Untersuchungen über Morphologie, Anatomie und Samenentwickelung von *Polypompholix* und *Byblis gigantea*. — *Flora*, 1901.

134 bis. — LAURENT MARCELLIN : Recherches sur le développement des joncées. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*; 8e sér., t. XIX (1905).

135. — LE MONNIER: Recherches sur la nervation de la graine. — *Ann. des Sciences nat. Bot.*, 5e sér., t. XVI, 1872.

136. — LERNER und HOLZNER : Beiträge zur Kenntniss der Gerste ; München, 1888.

137. — LICOPOLI G. : Sopra i semi della *Cobaea scandens* Cav. — *R. A. Napoli*, an. XXVI, 1887, pp. 72-73.

138. — LICOPOLI G.: Sull' anatomia e fisiologia del frutto nell' *Anona reticulata* L. e nell' *Asimia triloba* Dun. — *Atti A. Napoli*, ser. II, vol. I, n° 11, 1888.

139. — LIGNIER O.: La graine et le fruit des Calycanthées. — *Bull. soc. Lin. de Normandie*, 4e sér., t. V, 1891, pp. 19-33.

140. — LINDAU G.: Zur Entwicklungsgeschichte einiger Samen. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, IX, 1891, pp. 274-279.

141. — LINDINGER L. : Anatomische und biologische Untersuchungen der Podalyreen-Samen. — *Beih. z. bot. Centralblat*, 1903, XIV. Bd., p. 20.

142. — Lohde G.: Entwickelungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen. — *Diss.* Leipzig, 1874, et *Schenk und Luersen's Mittheilungen.*

143. — Lohde G.: Ueber die Samenschale der Gattung *Portulaca.* — *Bot. Zeitg.*, xxxiii, p. 182.

144. — Lojacono M.: Sulla struttura dei semi di alcuni gruppi di *Oxalis.* — *Nuovo Gior. bot. Ital.*, xiv, 1882, n° 2.

145. — Lonay Hyac. : Contribution à l'anatomie des Renonculacées. — Structure des péricarpes et des spermodermes. — *Mém. de la Société Royale des Sciences de Liége*, 3e série, t. iii, 1901, et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, 3e vol., 1901.

146. — Loose R. : Die Bedeutung der Frucht-und Samenschale der Compositen für den ruhenden und keimenden Samen. — *Inaug. Diss.* Berlin, 1891, 8°, 60 p.

147. — Lotar H.-A. — Essai sur l'anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées. Lille, 1881.

148. — Macchiati L. : Sessualita, anatomia del frutto e germinazione del seme della canapa. — *Boll. d. stazione agraria di Modena* ; nov. ser. an. ix, 1889.

149. — Macchiati L.: Ricerche sulla morfologia ed anatomia del seme della veccia di Narbona. — Tiré à part du *Boll. d. R. stazione agraria di Modena* ; nov. ser., vol. x, 1891.

150. — Macé E. : Les substances alimentaires étudiées au microscope. — Paris, 1891.

151. — Mann G. : Development of the makrosporangium in *Myosurus minimus.* Part I. — *Tr. Edimb.*, vol. xix, 1891, p. 67. — Part. ii. — Ibid., p. 89.

152. — Marloth : Mechanische Schutzmittel der Samen. — *Engler's bot. Jahrb.*, 1883, Bd. iv, iii. Heft.

153. — Mattirolo O. : La linea lucida nelle cellule Malpighiane degli integumenti seminali. — *Mem. della R.*

Accad. delle Sc. di Torino, ser. II, t. XXXVII, 1885, 4° ; 30 p.

154. — MATTIROLO e BUSCALIONI : Il tegumento seminale delle papiglionacee nel mecanismo della respirazione. — *Malpighia*, IV, 1890, pp. 313-330.

155. — MATTIROLO O. e BUSCALIONI L. : Ricerche anatomo-fisiologiche sui tegumenti seminali delle Papilionacee. — *Mém. Accad. scienze Torino*, ser. II, t. 42, 1892, 4°, 187 p.

156. — MATTIROLO O. e BUSCALIONI L. : Osservazioni intorno al lavoro del sig. K. Schips. — *Malpighia*, VII, 1893.

157. — MERZ : Untersuchungen über die Samenentwickelung der Utricularieen. — *Flora*, LXXXIV. Bd., 1897, pp. 69-87.

158. — MEUNIER A. : Les téguments séminaux des Cyclospermées, 1re partie. — *La cellule*, t. VI, 1890.

159. — MEUNIER A. : Les téguments séminaux des Papavéracées. — *La Cellule*, t. VII, 1891.

160. — MEUNIER A. : Le développement séminal. — *La Cellule*, t. XII, 1897.

161. — MOELLER : Mikroskopie der Nahrungs-und Genussmittel, 1886.

162. — MOLISCH : Die Kieselzellen in der Steinschall der Steinnuss (*Phytelephas*). — *Central organ f. Warenkunde ù. Technol.*, 1891, Hft. 3.

163. — MONTEMARTINI L. : Contributo allo studio della anatomia del frutto e del seme delle Opunzie. — *Atti Ist. bot. dell' Univers. di Pavia*, vol. V, 1897.

164. — MONTEMARTINI LUIGI : Contributo allo studio della anatomia comparata delle Aristolochiaceæ. — *Atti dell' Ist. bot. dell' Univers. di Pavia*, IIe sér., vol. 7, 1902.

165. — MOREL O. : Contribution à l'étude de la graine du *Croton sebiferum*. — Nancy, Crépin, 8°, 34 p.

166. — MORREN CH. : Recherches sur l'ivoire végétal. — *Dodonaea, Recueil d'observations de botanique*, seconde partie, p. 72 (1843).

167. — NERI F. : Sulla struttura del frutto del *Laurus nobilis* L. — *P.-V. Pisa*, vol. VII, 1891, 15 p.

168. — NESTLER A. und STOKLASA J. : Anatomie und Physiologie des Samens der Zuckerrübe *Beta vulgaris*. — *Zeitschr. f. Zuckerindustrie in Böhmen*, XXI. Bd., 1897.

169. — NEVINNY J. : *Kickxia* und *Strophantus*. — *Z. öst. Apoth.*, 1887, n°s 20, 21, 22.

170. — NEVINNY J. : Die Samen von *Camelina sativa* Crutz. — *Zeitschr. f. Nahrungsmitteluntes. u. Hygiene*, 1887, n° 5.

171. — NICOTRA L. : Eterocarpia ed eterospermia. — *Boll. Soc. bot. Ital.*, 1898.

172. — NOBBE : Handbuch der Samenkunde. — Berlin, 1873.

173. — OLBERS : Ueber den Bau der Geraniaceenfrüchte. —*Bot. Centralblat*, XXI, 1885.

174. — OLBERS ALIDA : Bidrag till kännedomen om fruktväggens byggnad. — *Sv. V.-A. Ofvers*, 1885, n° 5.

175. — OLBERS : Om fruktväggens anatomiska byggnad hos Rosaceerna. — *Öfversigt af Kgl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, XLI, n° 4.

176. — OLBERS ALIDA : Om fruktväggens byggnad hos Borragineerna. — *Sv. V. Ak. Bihang.*, Bd. 13, 3^{e} part., n° 2. — Stockholm, 1887.

177. — OLBERS ALIDA : Om fruktväggens byggnad hos Labiaterna. — *Sv. Vet. Ak. Bih.*, Bd. 16, 3^{e} part., n° 4 ; Stockholm, 1890.

178. — PAMMEL L.-H. : On the structure of the Testa of several leguminous seeds. – *B. Torr. Bot. Club.*, 1886.

179. — PAMMEL L.-H. : On the seed coats of the genus Euphorbia. — *Trans. St-Louis Acad. of Sc.*. vol. V, n° 3, 1891.

180. — PAMMEL L.-H. : On the seeds and testa of some Cruciferae. — *Americ. monthly micr. Journ.*, 1897.

181. — PAMMEL L.-H. : Comparative anatomy of the corn caryopsis. — *Jowa Acad. Sc.*, vol. v, 1898.

182. — PAMMEL L.-H. : The histology of the caryopsis and endosperm of some Grasses. — *Transact. Acad. Sc. St-Louis*, 1898.

183. — PAMMEL L.-H. : Some methods in the study of mature seeds. — *Journ. appl. microsc.*, vol. 37.

184. — PAMMEL L.-H. : Anatomical characters of the seeds of Leguminosae, chiefly genera of Gray's Manual. — *Transact. Acad. Sc. St-Louis*, vol. IX, 1899.

185. — PAMMEL L.-H., BORNIS J.-R. et THOMAS H. : Quelques études sur les graines et les fruits des Berberidacées. — *Iowa Acad. Sc.*, vol. v, 1898.

186. — PATTANÉ L. — Dell' Evoluzione dei frutti nelle Sinanteree eterocarpiche. — *Malpighia*, XVII (1903).

187. — PÉCHOUTRE F. : Développement du tégument de l'ovule et de la graine du *Geum urbanum* L. — *Journ. de Bot.*, t. XV, 1901, p. 213.

188. — PÉCHOUTRE F. : Contribution à l'étude du développement de l'ovule et de la graine des Rosacées. — *Ann. des Sc. nat. Bot.*, 8e sér., t. 16, 1902.

188bis. — PELTRISOT C.-N. : Développement et structure de la graine de quelques Ericacées. Note préliminaire. — *Journ. de Bot.*, 18e année, nos 6-7 (1904).

188ter. — PELTRISOT C.-N. : Développement et structure de la graine chez les Ericacées. — *Journ. de Bot.*, 18e année, nos 10-11 (1904).

189. — PERROT EM. : Sur l'anatomie des fruits de Coriandre. — *Bull. Soc. pharm.* 1901, novembre.

190. — PÉTERMANN : Sur la présence des graines de *Lychnis Githago* (Nielle) dans les farines alimentaires. — *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, XLVII, n° 8, août, 1879.

191. — PFAEFFLIN PAUL : Untersuchungen über Entwicklungsgeschichte, Bau und Function der Nabelspalte und

der darunter liegenden Tracheideninsel verschiedener praktisch wichtiger Papilionaceen-Samen. — *Inaug.-Diss.*, Bern, 1897, 58 p.

192. — PFEIFFER ALB. : Die Arillargebilde der Pflanzensamen. — *Inaug. Diss.*, Berlin, 1891, 8°, 53 p.

193. — PFITZER E. und MAYER AD. : Zur anatomie der Blüthen und Fruchtstände von *Artocarpus integrifolia* L. — *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* XIV, 1896.

194. — PIETERS A.-J. and CHARLES V.-K. : The seedcoats of certain species of the genus *Brassica*. — *U. S. Dep. Agricult.*, *Div. of. Bot.*, Washington, 1901.

195. — PIROTTA R. : Sulla struttura del seme nelle Oleacee. — *Rendiconti del R. Istit. lomb. di scienza e lette.*, ser. III, vol. 16, fasc. 15 ; Milano, 1883.

196. — PIROTTA R. et LONGO B. : Sullo sviluppo del seme de *Cynomorium coccineum* L. — *Annali di Botanica* vol. I (1903), fasc. 1, p. 5.

197. — PITARD : Caractères anatomiques généraux des Ternstrœmiacées. — *Actes de la soc. Linn. de Bordeaux*, 6e sér., t. VII.

198. — POISSON : Observations sur les ovules et les graines des Ombellifères. — *Ass. franç. pour l'avancement des sciences* ; Paris, 1877 ; dl. I.

199. — POISSON J. : Matériaux pour servir à l'histoire de l'ovule et de la graine (*Asphodelus*). — *Bull. du Museum d'hist. nat.* (1903), p. 201.

200. — PRITZEL E. : Der systematische Werth der Samanatomie, insbesondere des Endosperms, bei den Parietales. — *Engler's Jahrb.*, XXIV, p. 348.

201. — RAMALEY : Seedlings of certain woody plants. — *Minn. bot. studies*, ser. II, part. II ; Minneapolis Minn., 1899.

202. — RAMALEY FRANCIS : The seed and seedling of the western larkspur (*Delphinium occidentale* Wats.). — *Minnesota botanical studies*, ser. II, 1900, part IV.

203. — Raunkaier : L'organisation et l'histoire du développement du spermoderme des Géraniacées. — *Botanisk Tidskrift*, Bd. xvi, 1887.

204. — Röber : Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen. — 1877.

205. — Rodrigue Alice : Recherches sur la structure du tégument séminal des Polygalacées. — *Bull. Herb. Boissier*, t. i, 1893.

206. — Rolfs P.-H. : The seedcoats of Malvaceae. — *Bot. Gaz.*, vol. xvii, 1892.

207. — Rosanoff P. : Materialen zur Kenntniss der Schale von *Moneria*. — Moskau, 1890, 85 p., 8°.

208. — Rosenberg : Studien über die Membranschleime der Pflanzen. I. Zur Kenntniss des Samenbaues von *Magonia glabrata* St-Hill. — *Bih. t. K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 1897, Bd. 23, Afd. iii, n° 8.

209. — Rosenberg : Vergleichende Anatomie der Samenschale der Cistaceen. — *Bih. t. K. Vet. Akad. Handl.* Bd. xxiv, Afd. 3, n° 1 ; *Medd. frän Stockholms Högskola*, n° 174, 1898, 60 p.

210. — Rowlee W.-W. and Hastings George-T. : The seeds and seedlings of some Amantiferae. — *The bot. Gaz.*, vol. xxvi, 1898, n°. 5.

211. — Schade A. : Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen über die Malabar-Cardamomen und vergleichend-anatomische Studien über die Samen einiger anderer *Amomum-* und *Eletteria*-Arten. — *Inaug. Diss.*, Bern, 1897, 61 p.

212. — Schimper A.-F.-W. : Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Nährungs-und Genussmittel. — Jena, 1886.

213. — Schips K. : Ueber die Cuticula und die Auskleidung der Intercellularen in den Samenschalen der Papilionaceen. — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, xi, 1893, pp. 311-318.

214. – SCHLEIDEN: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Bluthentheile bei den Leguminosen. — 1838.

215. — SCHLEIDEN : Ueber das Albumen insbesondere der Leguminosen. — 1838.

216. — SCHLEIDEN : Grundzüge der wissenschafftliche Botanik. — Leipzig, 1850.

217. — SCHLOTTERBECK JULIUS OTTO : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte pharmakognostisch wichtiger Samen. — *Inaug. Diss.*, Bern, 1896, 56 p.

218. — SCHMIDT W. : Untersuchungen über die Blatt- und Samenstruktur bei den Loteen. — *Beih. Bot. Centralb.*, Bd. XII, H. 3 (1902).

219. — SCHROEDER : Untersuchung der Samen der *Brassica*-Arten und Varietäten. — *Landwirthschaftliche Versuchstationen*, XIV. Bd., 1871, p. 179.

219bis. — SCHWARZBART JUST. : Anatomische Untersuchungen von Proteacen-Fruchten und Samen. — *Beih. zur Botan. Centralblatt*, XVIII. Bd., 2. Abth., 1. H. 1905.

219ter. — SCHWEIGER JOS. : Beiträge zur Kenntniss der Samenentwicklung der Euphorbiaceen. — *Flora* 94. Bd.. 2. H. 1905.

220. — SCHWERE : Zur Entwicklungsgeschichte der Frucht von *Taraxacum officinale* Web. Ein Beitrag zur Embryologie der Compositen. — *Flora*, LXXXII. Bd., 1896.

221. — SEMPOLOWSKI : Beiträge zur Kenntniss des Baues der Samenschale. — *Inaug. Diss.* ; Leipzig, 1874.

222. — SIIM-JENSEN : Beiträge zur botanischen und pharmakognostischen Kenntniss von *Hyosciamus niger* L. — *Bibliotheca bot.*, H. 51 ; Stuttgart, 1901.

223. — SIRRINE E.: Structure of the seedcoats of Polygonaceae. – *Proc. Journ. Acad. Sc.* II, 1895, pp. 128-135, 3 pl.

224. SOLMS-LAUBACH, Graf H.: Ueber den Bau der Samen in den Familien der Rafflesiaceae und Hydnoraceae. – *Bot. Zeitg.*, 1874, p. 337.

225. — Solms-Laubach, Graf H.: Die Entwickelung des Ovulums und des Samens bei *Rafflesia* und *Brugmansia*. — *Ann. d. Jardin bot. Buitenzorg*, 1898 ; 2e supplém., p. 11.

226. — Sorauer : Ueber den Samen der *Serradella*. — *Landwirthschaftliche Jahrbücher herausgegeben von Dr H. v. Nathusius und E. v. Salviati*; i. Bd., Heft 4.; Berlin, 1872.

227. — Stockbarger Ch.-U.: Testa of the seeds of *Phytolacca*. — *Bot. Gazette*, oct. 1886, n° 10, vol. xi, pp. 274-275.

228. — Strandmark Joh-Edw.: Bidrag till kännedomen om froskalets byggnad. — *Dissert.*; Lund, 1874, 38 p.

229. — Strasburger Ed.: Die Coniferen und die Gnetaceen. — Jena, 1872.

229bis. — Strasburger Ed. : Ueber Befrüchtung und Zelltheilung. — Jena, 1878.

230. — Tanfani E.: Nota preliminare sul frutto e sul seme delle Apiacee. — *Nuov. Giorn. bot. Ital.*, vol. xx, 1888.

231. — Tanfani E.: Morfologia ed Istologia del frutto e del seme delle Apiacee. — *Nuov. Giorn. bot. Ital.*, vol. xxiii, 1891, 18 p.

232. — Thomas M.-B. : The sectionning of seeds. — *Journ. of appl. microscop.*, t. 32.

233. — Tischler G. : Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms und der Samenschale von *Corydalis cava*. — *Verh. Naturf. Medic. Ver.*, Heidelberg, vi. Bd., 1900, p. 351.

234. — True-Rodney H.: On the development of the caryopsis. — *Bot. Gazette*, vol. xviii.

235. — Tschierke P.: Beiträge zur vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger Dryadeenfruchte.— *Zeitschr. f. Naturw.*, 1886, lix, 4. Folge, v. Bd., pp. 580-628.

236. — TSCHIRCH A. : Ucuhuba, die Samen von *Myristica Surinamensis.* — *Arch. d. Pharm.*, 1887 ; xxv. Bd. der 2. Reihe, 66. Jahrg., pp. 619-623.

237. — TSCHIRCH A. : Anatomischer Bau des Cacao-Samens. – *Arch. d. Pharm.*, xiv. Jahrg., xxv. Bd., 1887.

238. — TSCHIRCH : Angewandte Pflanzenanatomie. — Wien und Leipzig, 1889.

239. — TSCHIRCH : Kleine Beiträge zur Pharmakobotanik und Pharmakochemie. — *Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.*, xxxv. Bd., 1897, nos 42-44.

240. — TSCHIRCH und OESTERLE : Anatomisches Atlas.

241. — TSCHIRCH und SCHAD : Entwickelungsgeschichtliche Studien. — *Schweizer Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.*, xxxv. Bd., 1897, n° 17.

242. — ULOTH : Ueber Pflanzenschleim und seiner Entstehung in den Samenepidermis von *Plantago maritima* und *Lepidium sativum.* — *Flora*, 1875.

243. — VAN DEN BERGHE, JULES : Tourteaux et farines de lin. — Bruxelles, 1891.

244. — VAN TIEGHEM PH.: Traité de Botanique. 2e édition. — Paris, 1891.

245. — VAN TIEGHEM PH. : Structure de l'ovule et de la graine chez les Hydnoracées. — *Journ. de botanique*, xi, 1897, p. 233.

246. — VAN TIEGHEM PH. : Structure du fruit, germination et structure de la plantule de la Nuytsia. — *Bull. de la Soc. bot. de France*, xlv, p. 213.

247. — VAN TIEGHEM PH. : Sur les nodules nourriciers du placente des Utriculaires. — *Bull. du Muscum d'hist. nat.*, 1900, pp. 39-44.

248. — VAN TIEGHEM PH. : Sur la structure de l'ovule et de la graine et sur les affinités des Salicacées. — *Bull. du Museum d'hist. nat.*, 1900, n° 4.

249. — VAN WISSELING C. : Sur les canaux des Ombellifères.

250. — Vesque : Recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. — *Ann. des sc. nat. bot.*, 1878.

251. — Vesque : Nouvelles recherches sur le sac embryonnaire des Phanérogames Angiospermes. — *Ann. des sc. nat. bot.*, 1879.

252. — Vesque J. : Des caractères anatomiques dans la classification. — *Bull. de la soc. bot. de France*, t. xxxvi ; *Actes du Congrès de Paris* (1re partie), 1889.

253. — Vidal Louis : Sur la structure et le développement du pistil et du fruit des Caprifoliacées. — *Ann. de l'Université de Grenoble*, 1897, 4me trim.

254. — Vogl : Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genussmittel — 1898.

255. — Voigt A. : Ueber den Bauund die Entwickelung des Samens und des Samenmantels von *Myristica fragrans*. — *Inaug. Diss.*, Göttingen, 1885.

256. — Voigt : Untersuchungen uber den Bau und die Entwickelung von Samen mit ruminirten Endosperm, etc. — *Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, vii, 2, 1888.

257. — Von Bretfeld : Ueber die Anatomie der Samenschalen einiger Unkräuter. — 57ste *Jahresber. der Schlesichen Gesellsch. für vaterländische Cultur* ; Breslau, 1880.

258. — Von Bretfeld : Anatomie des Baumwolle- und Kapoksamens. Untersuchungen zum Zwecke der Construction von Verfälschungs-Identitäts-und Qualitätsdiagnosen. — *Jour. für Landwirthschaft*, xxxv. Bd, 1887.

259. — Von Bunge K. : Zur Kenntniss der *Hydrastis canadensis* und ihrer alkaloïde. — *Arb. ph. Inst. Dorpat*, xi et xii.

260. — Von Höhnel F. : Bau der Samenschalen der cultivirten *Brassica*-Arten. — *Haberlandt's Mittheilungen*, Wien, 1875.

261. — Von Höhnel F. : Morphologische Untersuchungen

über die Samenschalen der Cucurbitaceen und einiger verwandten Familien. — *Sitzungsber der Wiener Akad.*, LXXIII.

262. — VON PORTHEIM : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Achæne und des Embryos der Compositen. I. *Senecio vulgaris* L. — *Lotos*, 1901, n° 5.

263. — VON SCHROFF C. : Lehrbuch der Pharmakognosie. — Wien, 1869, 2. Auflage.

264. — VON WAHL CARL : Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Fruchte und Samen. — *Biblioth. bot.*, n° 40, 1897, 25 p.

265. — VON WETTSTEIN R. : Beobachtungen über den Bau und die Keimung des Samens von *Nelumbo nucifera* Gärtn. — *Z. bot. Gart.*, Wien, XXXVIII. Bd., 1888, pp. 41-48.

266. — WARMING : De l'ovule. — *Ann. des sc. nat. bot.*, t. V, 1878.

267. — WEBERBAUER AUGUST. : Beiträge zur anatomie der Kapselfruchte. — *Bot. Centralblatt*, 1898, LXXIII. Bd., p. 54.

268. — WEBERBAUER A. : Ueber die Frucht-Anatomie der Scrophulariaceen. — *Beihefte z. bot. Centralblatt*, X. Bd., 1901, H. 7.

269. — WESTERMAIER MAX : Berichtigung zu meiner Arbeit « Zur Physiologie und Morphologie der Angiospermen-Samenknospen ». — *Ber. d. Deutsch. bot. Ges.*, XIV. Bd., H. 1, 1896.

270. — WIEGAND K.-M. : The structure of the fruit in the Order Ranunculaceae. — *Proceed. of the American Microsc. Soc.*, 1894, pp. 69-100.

271. — WIEGAND KARL-M. : The taxonomic value of fruit characters in the genus *Galium*. — *Proc. Am. assoc. advanc. science*, XLVI, p. 272.

272. — WIESNER J. : Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 2e *édition*. — Leipzig, 1900.

273. — WILCZEK E. : Beiträge zur Kenntniss des Baues der Frucht und des Samens der Cyperaceen. — *Inaug. Diss.* ; Zürich, 1892.

274. — WINTON A.-L. : The Anatomy of the fruit of *Cocos nucifera*. — *American Journ. of sc.*, vol. XII (1901), p. 265.

275. — WITTMACK L. : Gras- und Kleesamen. Kurze Anleitung zu ihrer Erkennung und Prüfung, nebst Angaben der Verwechslungen und Vereinigungen. — Berlin, 1873.

276. — ZOEBL A. : Beiträge zur Entwickelung des Gerstenkornes. — *Allgem. Zeitschr. f. Bierbrauerei und Malzfabrik*, 1889, Lex. 8°.

277. — ZOEBL A. : Der anatomischen Bau der Fruchtschale der Gerste, *Hordeum distichum* L. — *Verhandl. Naturf. Ver. Brünn*, XXVII Bd., pp. 1-26.

TABLE DES MATIÈRES

STRUCTURE ANATOMIQUE

DU

PÉRICARPE ET DU SPERMODERME

CHEZ LES

RENONCULACÉES

—

RECHERCHES COMPLÉMENTAIRES

PAR

Hyac. LONAY

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

CHARGÉ DE COURS A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liège*,
3e série, t. VII, 1907.)

AVANT-PROPOS

A la suite de la publication d'un précédent travail sur la structure des péricarpes et spermodermes des Renonculacées ([1]), je résolus de rassembler et d'étudier les matériaux se rapportant aux mêmes parties des quelques espèces rares ou critiques de cette famille de plantes que je n'avais pas eu l'occasion d'examiner dans ce premier mémoire. Évidemment, il en est encore quelques-unes qui manquent à l'appel. Néanmoins, j'ai cru ne pas devoir différer plus longtemps l'impression des notes que j'ai rassemblées, me réservant d'ailleurs d'y revenir quand les circonstances voudront bien s'y prêter.

Il m'a semblé convenable de conserver pour cet exposé une rédaction analogue à celle que j'avais employée dans le travail susmentionné, ce qui rendra plus facile la comparaison des caractères entre eux. Enfin, l'ordre dans lequel les espèces sont traitées correspond entièrement à celui qui fut adopté dans ce même travail.

([1]) HYACINTHE LONAY, *Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Structure des péricarpes et des spermodermes*. (MÉMOIRES DE LA SOC. ROY. DES SCIENCES DE LIÉGE, 3e sér., t III [1900], et ARCHIVES DE L'INSTITUT BOTANIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE, vol. III.)

En raison, précisément, de la rareté de la plupart des matériaux qui ont passé par mes mains dans ces conjonctures, j'ai étendu quelque peu le champ de mes observations en dehors des limites où semblait devoir me confiner le titre sous lequel j'ai rassemblé ces notes : j'ai contrôlé, en ce qui les concerne, les données de la morphologie externe et de la taxonomie qui en est la conséquence, et j'ai été amené à formuler certaines propositions qui ne font d'ailleurs que confirmer l'opinion de botanistes éminents sur la place à assigner à plusieurs des espèces étudiées.

Liége, Institut botanique, octobre 1906.

STRUCTURE ANATOMIQUE

DU

PÉRICARPE ET DU SPERMODERME

CHEZ LES

RENONCULACÉES

—

RECHERCHES COMPLÉMENTAIRES

GENRE RANUNCULUS

R. AMPLEXICAULIS L.

J'ai eu l'occasion de signaler autrefois (1) la structure des parois de l'ovaire et du tégument de cette espèce au stade de la fleur épanouie. Je n'avais pu obtenir de fruits mûrs à cette époque; il me fut donc impossible de donner des renseignements sur l'anatomie de ces derniers Je puis actuellement combler cette lacune.

Péricarpe mûr.

Ep. e (2) à cellules larges tabulaires, à paroi externe très épaisse; stomates rares; pas de poils.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 70.

(2) Pour la signification de ces abréviations, voir *op. cit.* pp. 12 et 17.

Tf. e. à une ou deux assises de cellules parenchymateuses.

Tf. m. à une assise de cellules non cristalligènes, plus ou moins sclérifiées par places.

Tf. i. présentant de cinq à huit assises de cellules fortement sclérifiées, dont l'ensemble forme des saillies vers l'extérieur (fig. 2 : coupe transversale d'un akène mûr; dessin d'ensemble).

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées tangentiellement.

Faisceaux : Ils sont au nombre de neuf : L *i' i i'* M *i' i i'* L, reliés les uns aux autres par quelques anastomoses (fig. 2).

Spermoderme mûr.

Le spermoderme est formé uniquement par le tégument (fig. 3 : coupe transversale dans le spermoderme mûr).

Tégument : *Ep. e. T.* à cellules tabulaires, larges, à paroi externe assez épaisse.

Tf. T. à quatre assises de cellules aplaties, à parois minces.

Ep. i. T. à cellules tabulaires présentant des épaississements frangés assez larges.

Albumen à cellules à parois épaisses, cellulosiques.

Remarque. — L'absence de cristaux dans le *Tf. m.* du péricarpe, l'existence d'assises distinctes pour ce *Tf. m.* et pour le *Tf. e.* du péricarpe, le nombre relativement élevé des assises cellulaires composant de *Tf. i.* ainsi que d'ailleurs l'ensemble des caractères fournis par le spermoderme concourent à placer le *R. amplexicaulis* dans le voisinage du *R. platanifolius*, ce qui corrobore les données de la morphologie externe de ces plantes. Toutefois l'espèce en cause se distingue de cette dernière par un caractère important : le nombre particulièrement grand des faisceaux qui parcourent le péricarpe. Entre les vingt-deux espèces que j'ai examinées autrefois, une seule, le *R. arvensis*, présente une vingtaine de faisceaux, deux en ont cinq (*R. nemorosus* et *R. Steveni*); les autres n'atteignent pas ce nombre et, parmi elles, le *R. platanifolius* en compte trois, ce qui est le cas le plus général.

R. HEDERACEUS L.

Au stade de la fleur épanouie, les parois de l'ovaire et l'ovule ont absolument les mêmes structures chez cette espèce et la suivante, que celles que j'ai déjà eu l'occasion de décrire pour les parties correspondantes du *R. divaricatus*. Je puis donc me borner à prier le lecteur de se reporter à ces descriptions [1] et à donner ici les caractères des spermodermes et des péricarpes mûrs de ces deux espèces.

Péricarpe mûr.

Ep. e. à cellules plus ou moins isodiamétriques, à paroi externe épaisse revêtue d'une cuticule mince, formant une assise se détachant facilement (fig. 1 : coupe transversale de l'akène).

Tf. e. à trois assises de cellules assez grandes, parenchymateuses, celles de l'assise externe au moins deux fois plus larges que les autres, laissant entre elles et l'*Ep. e.* des méats assez étendus dans le sens tangentiel.

Tf. m. à une assise de cellules petites, polygonales, à parois minces, sans méats, non cristalligènes.

Tf. i. à trois assises de cellules polygonales, allongées longitudinalement, à parois très épaisses, sclérifiées, abondamment ponctuées. Le *Tf. i.* forme une couche dont l'ensemble produit des ondulations vers l'extérieur.

Ep. i. à cellules sclérifiées, ponctuées, allongées tangentiellement.

FAISCEAUX au nombre de deux.

Spermoderme.

Le spermoderme est formé aux dépens du tégument et du nucelle.

---

(1) *Loc. cit.*, pp. 70 et 73.

Tégument : *Ep. e. T.* à cellules tabulaires écrasées, à paroi externe légèrement épaissie.

Tf. T. à deux assises de cellules à parois minces, fortement écrasées.

Ep. i. T. à cellules tabulaires, presque isodiamétriques, à paroi interne pourvue d'épaississements frangés atteignant le tiers de la hauteur des cellules.

Nucelle : *Ep. N.* à cellules cubiques, à parois minces, écrasées.

Tf. N. écrasé formant une lame nacrée.

Albumen aleurique, à cellules ayant des parois plutôt minces.

Remarque. — Ces caractères rapprochent cette espèce du *R. divaricatus*. Elle en diffère surtout par la nature du *Tf. m.* du péricarpe et par le nombre d'assises du *Tf. i.* du même organe.

R. FLUITANS Lam.

Bien que les fruits que j'ai eu l'occasion d'observer ne fussent pas complètement mûrs, tous les tissus, sauf l'*Ep. i. T.*, étaient suffisamment différenciés pour en déduire les caractères suivants :

Péricarpe mûr.

Ep. e. à cellules allongées longitudinalement, à parois toutes minces.

Tf. e. à deux assises de cellules parenchymateuses.

Tf. m. formé d'une assise de cellules non cristalligènes.

Tf. i. à quatre assises de cellules sclérifiées.

Ep. i. à cellules sclérifiées allongées tangentiellement.

Faisceaux au nombre de deux.

Spermoderme mûr.

Ce spermoderme est entièrement semblable à celui du *R. divaricatus*, réserves faites quant aux caractères fournis par l'*Ep. i. T.*, dont les franges n'étaient pas encore visibles.

Ce n'est donc que par le nombre des assises cellulaires du *Tf. i.* du péricarpe que cette espèce diffère du *R. divaricatus*, où il était de deux.

GENRE TRAUTVETTERIA

T. PALMATA Fisch. et Mey.

Chaque carpelle renferme un seul ovule anatrope, unitégumenté, dressé et à raphé ventral (fig. 13 : coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie; dessin d'ensemble).

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Cinq assises cellulaires dont chacune représente une des régions du péricarpe : *Ep. e.*, *Tf. e.*, *Tf. m.*, *Tf. i.*, *Ep. i.* Des stomates existent à l'*Ep. e.* (fig. 14 : coupe transversale de la paroi latérale d'un ovaire de fleur épanouie).

Structure du péricarpe à la maturité.

Le nombre des assises cellulaires n'a pas changé (fig. 17 : coupe transversale dans le péricarpe d'un akène mûr).

Ep. e. à cellules à peu près isodiamétriques, assez grandes; à paroi externe peu épaisse, les autres minces; vues de face par l'extérieur, elles présentent des contours sinueux; des stomates; pas de poils.

Tf homogène, formant un parenchyme méatique.

Ep. i. à cellules sclérifiées, allongées longitudinalement, à contours sinueux (fig. 18 : une cellule de l'*Ep. i.* vue de face).

Faisceaux : Cinq faisceaux libéroligneux entourés d'une gaine de cellules sclérifiées (fig. 16 : coupe transversale dans un akène mûr; dessin d'ensemble).

Bien que monosperme, le fruit est déhiscent.

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

TÉGUMENT unique à six assises de cellules et formant un canal micropylien très long (fig. 15 : coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie).

NUCELLE : *Ep. N.* double au sommet.

Tf. N. à un assise persistant au sommet. Sac embryonnaire assez grand.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est uniquement formé par le tégument (fig. 19 : coupe transversale du spermoderme mûr).

TÉGUMENT : *Ep. e. T.* à cellules isodiamétriques, assez grandes, affaisées, à paroi externe assez épaisse.

Tf. T. à cinq assises de cellules parenchymateuses, méatiques, dont les trois internes sont fortement écrasées et formées de cellules plus petites.

Ep. i. T. à cellules tabulaires, à paroi interne épaissie, sans franges.

ALBUMEN aleurique.

Bien que je ne me sois pas donné pour mission d'examiner la constitution des embryons, je ne puis me passer de profiter de la coupe représentée à la figure 16 pour faire remarquer que dans le *Trautvetteria* le plan des cotylédons ne coïncide pas avec le plan de symétrie de la graine; il fait souvent avec lui un angle de près de 30°. Une disposition analogue a été décrite chez les Calycanthées [1].

---

(1) O. LIGNIER, *La graine et le fruit des Calycanthées*. (BULL. DE LA SOC. LINN. DE NORMANDIE, 4e sér., vol. V, 1891.)

Note critique.

Tous ces caractères trahissent l'étroite affinité qui unit le genre *Trautvetteria* au genre *Oxygraphis* (1); l'analogie est aussi grande dans les péricarpes que dans les spermodermes de ces deux espèces. Dans les péricarpes, n'était l'existence de trois assises cellulaires au lieu de deux à *Tf.* et de cinq faisceaux au lieu de treize à quinze, les détails de structure sont identiques et, de plus, on a affaire, de part et d'autre, avec des fruits monospermes déhiscents. Dans les spermodermes, la constitution fondamentale est la même; les différences sont des plus secondaires et consistent pour le *Trautvetteria* en ce que le tégument comprend une assise de plus, l'*Ep. N.* est double au sommet au lieu d'être simple, le *Tf. N.* persiste en une assise au sommet de l'ovule adulte au lieu de se résorber, l'*Ep. e. T.* du spermoderme mûr est formé de cellules isodiamétriques et non tabulaires, toutes les assises du *Tf. T.*, au lieu d'une seule, sont persistantes, ce qui rend le spermoderme de *Trautvetteria palmata* plus épais que celui de l'*O. Cymbalariae.*

Si l'on se rapporte à ce qui se passe chez les espèces d'autres genres, du *Ranunculus* notamment, on reconnaîtra qu'il y a lieu de dire que ces différences sont tout au plus spécifiques.

Le *Trautvetteria palmata* est, parmi les Renonculacées, une de celles dont la place a été le plus sujette à controverses. Mise d'abord au nombre des *Cimicifuga* (2), elle fut incorporée, en même temps que toutes les espèces de ce genre, dans le genre *Actaea* par De Candolle (3). Fischer et Meyer (4) lui recon-

---

(1) Cf. H. Lonay, *loc. cit.*, p. 79.

(2) Michaux, *Flora boreali americana.* Paris, 1803, t. I, p. 316, et *Botanical Magazine*, pl. 1630.

(3) A.-P. De Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, t. I, p. 64.

(4) Fischer et Meyer, *Animadversiones botanicae* (Ann. des Sciences nat. bot., 2e sér., t. IV, p. 333), et *Linnaea*, t. X, 1835. Littérat., p. 79.

nurent des caractères tels qu'ils en firent un genre à part sur la place duquel ils ne voulurent pas se prononcer catégoriquement, mais où ils trouvèrent une certaine analogie avec les *Ranunculus*. Enfin, Prantl ([1]) lui assigna la place qui lui revient, immédiatement après le genre *Oxygraphis*, en se demandant s'il ne conviendrait pas plutôt de l'y incorporer.

Certes, la stature de la plante, bien autrement développée que celle des *Oxygraphis*, ses fleurs en corymbes, sans pétales, à étamines longues et nombreuses la différencient nettement des *Oxygraphis* et lui donnent même une ressemblance extérieure avec les *Thalictrum*. Mais on rencontre souvent de ces différences entre diverses espèces d'autres genres, tels que *Ranunculus* et *Anemone*. Et l'étroite analogie des caractères fournis par les organes séminaux, péricarpes et spermodermes, chez l'*Oxygraphis* et le *Trautvetteria*, est de nature à confirmer le doute exprimé par Prantl au sujet de la valeur générique de cette dernière espèce.

GENRE CALLIANTHEMUM

C. RUTIFOLIUM C.-A. Mey.

Par suite de la pénurie des matériaux dont je disposais, j'ai dû m'adresser à deux espèces différentes pour étudier les organes séminaux à l'état adulte et à l'état de maturité. Le premier de ces stades a été observé dans la fleur épanouie du *C. kernerianum* Fryn., tandis que les akènes, peu avant leur maturité et ceux complètement mûrs, provenaient du *C. rutifolium* C. A. Mey.

Chaque carpelle ne possède qu'un seul ovule anatrope, bitégumenté, pendant et à raphé ventral; cet ovule est, en outre, accompagné d'ovules rudimentaires se présentant sous forme de

---

([1]) Engler und Prantl, *Die nat. Pflanzenfamilien*, III. Teil, 2. Abt., p. 64.

mamelons peu développés (fig. 4 : coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie; dessin d'ensemble).

Péricarpe.

Structure de l'ovaire dans la fleur épanouie.

On y trouve environ neuf assises de cellules; des stomates à l'*Ep. e.;* pas de poils.

Structure du péricarpe à la maturité.

Quinze assises de cellules en moyenne (fig. 6 et 7 : coupe transversale dans le péricarpe peu de temps avant la maturité).

Ep. e. à cellules isodiamétriques, à parois externe et interne fortement épaissies; cuticule mince; des stomates; pas de poils (fig. 8 : *Ep. e.* du péricarpe vu de face).

Tf. comprenant trois régions :

- *Tf. e.* à environ sept assises de cellules parenchymateuses, vides et complètement écrasées à la maturité, mais avant cela, abondamment pourvues d'amidon;
- *Tf. m.* consistant en une assise de cellules en général plus petites, à parois minces;
- *Tf. i.* formant un sclérenchyme à cinq assises de cellules assez grandes, sans contenu, à parois épaisses.

Ep. i. à cellules sclérifiées, à parois épaisses, plus ou moins allongées tangentiellement.

Faisceaux en nombre pair, communément seize, reliés par des anastomoses obliques qui restent localisées dans le *Tf. m.* Le faisceau apposé au faisceau médian (M) du carpelle est très large. C'est lui qui fournit à l'ovule le faisceau du raphé (R) (fig. 9 : coupe transversale d'un akène peu de temps avant la maturité; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Les *Callianthemum* ou tout au moins le *C. kernerianum* présente au-dessus de l'ovule principal deux ou trois mamelons

surmontant la cavité ovarienne (fig. 4, *rud.*) auxquels doit être attribuée la valeur d'ovules arrêtés dès le début dans leur développement. Ces rudiments d'ovules sont bien moins marqués que chez les *Adonis* et à plus forte raison que chez les *Clematis* [1].

L'ovule principal présente l'organisation qui suit :

Primine à six assises de cellules.

Secondine à deux assises cellulaires.

Nucelle : *Ep. N.* triple au sommet en dessous duquel le *Tf. N.* est résorbé.

Spermoderme de la graine mûre.

Dans la graine extraite d'un akène sec, les tissus du spermoderme sont fortement écrasés et, à part l'*Ep. e. P.*, ils gonflent trop imparfaitement au moyen des réactifs pour faire réapparaître leur structure primitive (fig. 11 : coupe transversale du spermoderme mûr faite à sec et modérément traitée par la potasse à chaud) [2]. Pour observer celle-ci, il faut disséquer une graine d'un akène fraîchement récolté.

Le spermoderme est formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 10 : coupe transversale du spermoderme presque mûr).

Primine : *Ep. e. P.* à cellules isodiamétriques, à paroi externe épaisse et bombée vers l'extérieur (fig. 10 et 11 et fig. 12 : *Ep. e. P.* d'une graine mûre, vu de face).

Tf. P. à sept assises de cellules grandes, parenchymateuses, les internes déjà écrasées.

Ep. i. P. à cellules à parois minces écrasées.

Secondine : *Ep. e. S.* à cellules semblables aux précédentes.

Ep. i. S. à cellules tabulaires, à paroi interne un peu épaissie, ne présentant pas de franges d'épaississement.

---

[1] *Loc. cit.* Cf. fig. 257, pl. XVIII, et fig. 71, pl. VI.

[2] C'est cette réaction qui a donné les moins mauvais résultats.

Nucelle : *Ep. N.* à cellules cubiques assez grandes, à parois minces.

Tf. N. à une ou deux assises persistantes de cellules à parois minces, écrasées.

Note critique.

On conviendra sans peine que tous ces caractères offrent une singulière ressemblance avec ceux des parties correspondantes des *Adonis* (1). La principale différence porte sur le sens dans lequel se fait l'anatropie de l'ovule. Les autres, tout à fait secondaires, consistent surtout, pour le *Callianthemum*, dans l'absence de poils à l'*Ep. e.* du péricarpe — encore celle-ci se constate-t-elle aussi chez l'*Adonis aestivalis* — ; dans l'*Ep. e. P.* coloré en brun et dont les cellules sont fortement bombées vers l'extérieur et enfin dans la persistance du *Tf. N.*

De ces faits, il résulte, semble-t-il, que ce genre doit être rangé à côté des *Adonis* dans ce que j'ai nommé la tribu des Thalictrées (2).

Y a-t-il lieu de s'arrêter au caractère énoncé par Prantl (3) de la manière suivante : « une graine se détachant latéralement de la suture ventrale » ? Je pense que non. Pour cet auteur, ce caractère acquiert une énorme importance, puisque c'est là ce qui l'amène à jeter le genre *Callianthemum* au milieu de sa tribu des Helléborées, trop vaste à mon avis. Au surplus, il est tout aussi admissible pour une foule d'autres plantes que les akènes constituant leurs fruits ne sont que des fruits polyspermes et déhiscents arrêtés dans leur développement. Il suffit, pour s'en convaincre, de signaler non seulement pas mal d'autres Renonculacées, mais les Crucifères et les Papilionacées notamment, où l'on peut assister, en quelque sorte, à la réduction des siliques et des gousses à l'état d'akènes, chez les *Crambe*, les

---

(1) Cf. *loc. cit.*, p. 85.

(2) *Loc. cit.*, p. 128.

(3) Engler und Prantl, *Die nat. Pflanzenfamilien*, III. Teil, 2. Abt., p. 56.

Onobrychis, les *Trifolium*, etc., en passant par des genres à espèces oligospermes.

Quoi qu'il en soit, Prantl verse dans une profonde erreur; car de même que nous l'avons signalé dans les genres *Ranunculus*, *Thalictrum* et *Clematis* (1), c'est en dessous du niveau où la suture ventrale se manifeste qu'est inséré l'ovule. Comme dans ces genres, il est attaché sur le bord ventral interne de l'espèce de cupule qui résulte de l'invagination du mamelon carpellaire, bord qui s'étend dans le sens horizontal. Qu'il soit inséré plus ou moins en dehors du plan dorso-ventral du carpelle, il n'y a pas à le contester; mais cela n'implique nullement qu'il surgisse d'un des bords longitudinaux de la suture ventrale formée par le limbe carpellaire replié, comme semble l'admettre Prantl.

De son côté, Baillon (2) affirme que les carpelles de *Callianthemum* renferment primitivement deux ovules apparaissant côte à côte. J'ai vainement recherché le fait dans le *C. kernerianum* en suivant l'organogénie de ses carpelles, et n'ai retrouvé aucune trace de l'existence d'un second ovule *à côté* de l'ovule principal, trace qui eût dû être aperçue à coup sûr par la méthode des coupes successives que j'ai appliquée à mes observations sur l'akène presque mûr du *C. rutifolium*.

Il ne reste donc rien des raisons invoquées pour éloigner les *Callianthemum* des *Adonis*, et leur place se trouve à côté de ces derniers dans la tribu des Thalictrées. Cette manière de voir est d'ailleurs partagée par Baillon lui-même (3) et surtout par Bentham et Hooker (4), et plusieurs autres auteurs qui rangent ces genres à côté l'un de l'autre dans leurs *Genera* et *Species*. Mais, chose curieuse, c'est que De Candolle, tout en désignant le *C. rutifolium* comme une espèce du genre *Ranunculus* (*R. rutaefolius* L.), lui trouve une analogie avec les *Thalictrum*

---

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, pp. 11, 23 et 30.
(2) H. Baillon, *Histoire des plantes*, t. I, p. 50.
(3) Idem, *loc. cit.*
(4) Bentham et Hooker, *Genera Plantarum*, 1862, t. I, p. 5.

quand il dit : *folia juniora lobis intus (ut in Thalictris) replicatis* (1). Cette circonstance ne peut que favoriser le rapprochement de cette espèce auprès des *Thalictrum.*

GENRE XANTHORRHIZA

X. APIIFOLIA L'Hér.

Nous n'entrerons pas dans de trop longs détails au sujet de l'organogénie du fruit si curieux de cette espèce. Il suffira de savoir qu'après la fécondation, les carpelles biovulés subissent dans la partie inférieure de leur région ventrale un accroissement relativement beaucoup plus considérable que dans les autres régions. Les ovules suspendus à la limite supérieure de cette zone d'accroissement sont de ce fait reportés tout au-dessus de la cavité ovarienne, tandis que le prolongement styliforme occupe à peu près le centre de la face dorsale du fruit.

On peut dire que chaque carpelle est biovulé, à ovules anatropes bitégumentés (fig. 20 : coupe longitudinale dans un carpelle de fleur épanouie; dessin d'ensemble); les fruits sont des follicules monospermes par suite de l'avortement de l'un des ovules (fig. 22 : coupe longitudinale dans un carpelle fécondé depuis quelque temps; dessin d'ensemble. On y voit la dégénérescence d'un des ovules).

Péricarpe.

Structure de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Une coupe transversale telle que celle de la figure 21 montre cinq assises de cellules; il n'y a ni stomates ni poils.

---

(1) A.-P. De Candolle, *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis,* 1824, t. I, p. 30.

Structure du péricarpe à la maturité.

Six assises de cellules (fig. 24 : coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité).

Ep. e. à cellules un peu allongées longitudinalement, à contours rectilignes, à paroi externe épaisse. Des stomates et des poils courts, unicellulaires et pointus, assez rares, localisés dans la région située au-dessus du niveau de l'insertion du style.

Tf. à quatre assises de cellules parenchymateuses méatiques.

Ep. i. à cellules fibreuses très allongées longitudinalement (excepté dans la région située en dessous du style où elles le sont horizontalement), à parois toutes épaisses, sclérifiées (fig. 25 : une cellule de l'*Ep. i.* vue de face).

Faisceaux au nombre de trois : un médian (M) et deux latéraux (L) jamais reliés par des anastomoses (fig. 23 : coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité ; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

A cause de la protérandrie très marquée qui existe dans les fleurs de X. *apiifolia,* ce stade comporte essentiellement deux périodes :

1° *Période de la puberté des étamines* à laquelle on peut donner comme étendue depuis l'épanouissement de la fleur jusqu'à la chute des étamines.

Pendant cette période, l'ovule est encore réduit à l'état de mamelon sans tégument, dans lequel on reconnaît la cellule mère du sac embryonnaire (fig. 26 : coupe longitudinale d'un ovule pendant la première période de la fleur épanouie), et le prolongement styliforme du carpelle est recourbé en avant ;

2° *Période de la puberté des carpelles* pendant laquelle les styles se sont redressés et dont la fin est indéterminable, à moins

qu'on ne veuille admettre comme telle la chute des pétales et des sépales. Dès ce moment aussi commence le développement en hauteur de la partie inférieure de la région ventrale (fig. 22).

Primine à quatre assises de cellules.

Secondine à deux assises.

Nucelle : *Ep. N.* simple au sommet.

Tf. N. à plusieurs assises.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme est formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 27 : coupe transversale dans une graine peu avant la maturité, dessin d'ensemble; fig. 28 : détails de la coupe précédente; fig. 29 : coupe transversale du spermoderme mûr).

Primine : *Ep. e. P.* à cellules assez hautes, un peu allongées longitudinalement, à paroi externe très épaisse, de même que le quart externe des parois latérales; cuticule très distincte; le reste des parois latérales et les parois internes minces (fig. 30 : portion de l'*Ep. e. P.* vu de face).

Tf. P. à deux assises parenchymateuses, écrasées.

Ep. i. P. à cellules à parois minces, écrasées.

Secondine : *Ep. e. S.* à cellules écrasées.

Ep. i. S. à cellules tabulaires, à paroi interne épaisse, pourvues de franges d'épaississement atteignant les deux tiers de la hauteur des cellules (fig. 31 : portion de l'*Ep. i. S.* vu de face).

Nucelle : *Ep. N.* persistant, à cellules carrées, à parois minces.

Albumen à contenu aleurique.

Note critique.

Les caractères anatomiques fournis par le péricarpe et surtout par le spermoderme font ressortir davantage les ressemblances dont Baillon [1] a signalé l'existence entre l'*Aquilegia* et

[1] H. Baillon, *loc. cit.*, p. 6.

le *Xanthorrhiza*. Certes, à les prendre isolément, ils ne constitueraient pas un argument bien décisif en faveur de l'opinion de cet auteur. L'un des caractères les plus remarquables du *Xanthorrizha* consiste dans la direction longitudinale des fibres de l'*Ep. i.* du péricarpe. Ce fait ne se retrouve dans aucun des genres de la tribu des Helléborées dans le sens restreint que je lui ai assigné ailleurs [1]. Cependant, cette anomalie n'est qu'apparente si l'on se rappelle que le sommet organique du fruit est rejeté sur le côté et est dominé par la région ventrale qui occupe l'extrémité distale du grand axe de l'organe. Il en résulte que les fibres de l'*Ep. i.* du péricarpe sont toujours dirigées transversalement par rapport à la suture ventrale, tout au moins dans sa partie la plus ancienne, qui est seule active, c'est-à-dire qui est seule capable de s'ouvrir par déhiscence.

Selon Leclercq du Sablon [2], celle-ci est provoquée, d'une manière générale, par la présence d'éléments allongés suivant le sens de l'ouverture du fruit et qui se trouvent le long des deux côtés du plan de déhiscence. Souvent, d'après cet auteur, ce sont les éléments des faisceaux libéroligneux latéraux (L) qui seuls concourent à cet effet. D'un autre côté, sans en conclure que l'épaississement des parois cellulaires soit une condition *sine qua non*, il affirme qu' « un tissu de fibres ou de cellules se contracte d'autant plus que les parois cellulaires sont plus épaisses [3] ». Or, dans le cas du *Xanthorrhiza*, les faisceaux qui courent le long de la suture ventrale ont des éléments peu nombreux, à peine différenciés et à parois minces. D'ailleurs j'ai toujours constaté que, dans tous les fruits déhiscents, il existait au moins une assise de cellules fibreuses à parois épaisses, allongées

---

(1) H. LONAY, *loc. cit.*, p. 129. Il y a lieu de faire observer qu'une erreur s'est glissée dans le texte à la page 97 de ce travail : chez le *Trollius*, les cellules de l'*Ep. i.* du péricarpe sont allongées tangentiellement et non longitudinalement. C'est ce qui ressort clairement d'ailleurs des explications données à la page 161 *ibid.*

(2) LECLERCQ DU SABLON, *Recherche sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec.* (ANN. DES SCIENCES NAT., BOTANIQUE, 6e sér., t, XVIII.)

(3) *Loc. cit*, p. 24.

transversalement ou du moins très obliquement par rapport au plan de la déhiscence, qui certainement ne doivent pas être étrangères à ce dernier phénomène.

Au surplus, comme objection topique à la thèse soutenue par Leclerq du Sablon, je pourrais invoquer le cas des fruits akénoïdes de plusieurs *Ranunculus*, où l'on constate la présence de couches puissantes de fibres longitudinales à parois épaisses, ainsi que des lignes de suture à la région ventrale, et qui restent parfaitement indéhiscents.

Le cas du fruit si curieux de *Xanthorrhiza* rentre donc dans la généralité. Seulement son organisation est telle qu'au lieu de s'ouvrir en long comme une follicule ordinaire, il s'ouvre à son sommet comme une capsule denticide, par exemple, ce qui a évidemment pour effet de ménager, pour une même fleur, une dissémination successive des graines qu'elle engendre en si petite quantité.

Quant au spermoderme, la nature de son *Ep. e. P.* fait rentrer la graine du *Xanthorrhiza* dans le groupe à graines lisses des Helléborées *s. s.* et, plus spécialement encore, met ce genre tout à côté des *Aquilegia*.

Par l'*Ep. i. S.*, le *Xanthorrhiza* se sépare nettement des genres *Actaea*, *Cimicifuga* et *Pœonia*, qui forment la tribu des Pœoniées, dans laquelle il fut longtemps classé ([1]).

Ces trois genres présentent, à cette assise, des cellules plus ou moins épaissies et munies généralement de ponctuations fusiformes allongées perpendiculairement au sens de l'aplatissement ([2]). Des *Ep. i. S.* munis de cellules frangées existent, au contraire, chez la plupart des Helléborées.

L'*Ep. N.* simple au sommet est encore un caractère commun au *Xanthorrhiza* et à l'*Aquilegia*, et n'existe pas chez la plupart des Pœoniées.

J'estime donc qu'il y a lieu de placer le genre *Xanthorrhiza* immédiatement avant l'*Aquilegia*.

([1]) A.-P. De Candolle, *loc. cit*, p. 65.
([2]) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 115, et fig. 174, 175, 177 et 351.

GENRE COPTIS

COPTIS TRIFOLIA Salisb.

De ce genre, deux espèces ont fleuri au Jardin botanique de Liége. Ce sont le *C. trifolia* Salisb. et le *C. brachypetala* S. et Z.; mais seule la première a donné des fruits mûrs.

L'aire de dispersion de ces deux espèces est très différente : le *C. trifolia* se trouve répandu, suivant l'assertion de Prantl (1), dans le domaine arctique et subarctique (Russie moyenne, Japon, Amérique du Nord). Franchet (2) lui accorde une dispersion moins étendue; selon lui, le *C. trifolia* ne se trouverait qu'en Mandchourie et au Japon. Dans tous les cas, il semble acquis que ce soit l'espèce la plus répandue du genre. L'autre espèce n'est signalée par Franchet qu'au Japon.

Cet auteur serait assez porté à réunir en un seul genre les *Isopyrum* et les *Coptis*. Nous verrons si cette manière de voir, fondée sur l'organisation florale, se vérifie par l'examen comparatif de la structure du péricarpe et du spermoderme.

Les Coptis ont les carpelles multiovulés; les ovules anatropes bitégumentés, la graine albuminée à surface lisse.

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises (*C. brachypetala*) ou sept ou huit assises de cellules (*C. trifolia*).

Ep. e. à cellules à peu près isodiamétriques, à paroi externe épaisse. Des stomates; pas de poils.

Tf. à quatre (*C. brachypetala*) ou cinq ou six assises de cellules (*C. trifolia*) laissant entre elles de petits méats.

Ep. i. à cellules tabulaires très larges.

---

(1) Engler und Prantl, *loc. cit.*, p. 58.

(2) Franchet, *Isopyrum et Coptis, leur distribution géographique.* (Journal de Botanique, 1897.)

Structure du péricarpe à la maturité.

Le nombre des assises cellulaires n'a pas augmenté (fig. 33, *C. trifolia :* coupe transversale dans une follicule presque mûre).

Ep. e. à cellules un peu tabulaires, à contours sinueux quand on les voit de face (fig. 34 : *Ep. e.* vu de face), à paroi externe épaisse, les autres minces, contenant des sphéro-cristaux (fig. 35 : un sphéro-cristal isolé); des stomates; pas de poils.

Tf. à cinq ou six assises de cellules parenchymateuses, les internes plus écrasées que les externes.

Ep. i. à cellules allongées longitudinalement ou un peu obliquement, à parois épaisses, ponctuées, à contours assez sinueux quand on les voit de face (fig. 36 : *Ep. i.* vu de face).

Faisceaux : Trois (*C. trifolia*) ou cinq (*C. brachypetala;* fig. 32 : coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule; dessin d'ensemble).

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine à cinq (*C. trifolia;* fig. 37 : coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie) ou six (*C. brachypetala*, fig. 32) assises cellulaires.

Secondine à deux (*C. trifolia*) ou trois assises (*C. brachypetala*).

Nucelle : *Ep. N.* double au sommet.

Tf. N. présentant au sommet deux assises de cellules (*C. trifolia*) ou résorbé (*C. brachypetala*).

Sac embryonnaire assez petit dans le *C. trifolia*, plus grand dans l'autre espèce.

Spermoderme de la graine mûre.

Le spermoderme procède de la différenciation de la primine, de la secondine et de quelques restes du nucelle (fig. 38 : coupe transversale dans le spermoderme à la maturité).

Primine : *Ep. e. P.* à cellules assez hautes et allongées longitudinalement, à paroi externe très épaisse, ainsi que la moitié externe des parois latérales, formant ainsi des épaississements en fer à cheval colorés en brun jaunâtre assez prononcé; le reste des parois latérales ainsi que les parois internes sont minces (fig. 39 : *Ep. e. P.* vu de face).

Tf. P. différencié en deux couches : 1° une assise hypodermique dont presque toutes les cellules ont des parois épaisses et ne sont pas écrasées; 2° cellules à parois minces, disposées en trois ou quatre assises de plus en plus écrasées vers l'intérieur.

Ep. i. P. à cellules à parois minces écrasées.

Secondine : *Ep. e. S.* à cellules écrasées.

Ep. i. S. à cellules tabulaires présentant, à la paroi interne, des franges d'épaississement jusqu'à mi-hauteur des cellules (fig. 40 : *Ep. i. S.* vu de face).

Nucelle à deux assises persistantes, écrasées.

Albumen à cellules à parois peu épaissies, à contenu aleurique.

Note critique.

De tous ces caractères, il résulte que le *Coptis* diffère beaucoup de l'*Isopyrum*. Tandis que, comme nous l'avons démontré autrefois (1), l'anatomie des organes séminaux de ce dernier genre tend à le rapprocher des *Delphinium*, le *Coptis* avec ses graines lisses et les diverses particularités de son spermoderme, ainsi qu'en raison de la structure de son péricarpe, se rapproche infiniment plus du groupe des Helléborées *s. s.* et plus particulièrement de l'*Aquilegia* par son *Ep. e. P.*, et du *Caltha* par son péricarpe et les autres parties du spermoderme. Sa place se trouve donc entre ces deux genres.

Ces conclusions sont donc un argument pour maintenir séparés les genres *Isopyrum* et *Coptis*.

---

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 101.

GENRE ACTINOSPORA (?)

A. DAHURICA Turcz.

Carpelle multiovulé; ovule anatrope bitégumenté; graine albuminée.

Péricarpe.

Structure des parois de l'ovaire dans la fleur épanouie.

Six assises de cellules (fig. 41 : coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie).

Ep. e. à cellules isodiamétriques à paroi externe un peu épaissie; poils de deux sortes : les uns courts et renflés en ampoule (fig. 41), les autres plus longs, plus ou moins cylindriques, recourbés (fig. 42 : un poil cylindrique recourbé de l'*Ep. e.*); des stomates.

Tf. constituant un parenchyme homogène, méatique.

Ep. i. à cellules un peu allongées tangentiellement, à parois externe et interne un peu épaissies.

Structure du péricarpe à la maturité.

Péricarpe parcheminé, le fruit étant une follicule.

Six ou sept assises de cellules (fig. 44 : coupe transversale du péricarpe mûr).

Ep. e. à cellules plus ou moins tabulaires, à paroi externe épaisse, à paroi interne un peu épaissie aussi, mais à parois latérales minces.

Tf. à quatre assises de cellules de forme irrégulière, à parois assez minces, laissant entre elles de larges méats, rappelant quelque peu le parenchyme spongieux des feuilles.

Ep. i. à cellules assez allongées dans le sens tangentiel, à parois fortement épaissies, les latérales montrant de nombreuses ponctuations.

Faisceaux au nombre de neuf, disposés comme suit :

L *i i' i'* M *i' i' i* L (fig. 43 : coupe transversale d'une follicule mûre; dessin d'ensemble). Tous les *i* et *i'* se terminent en se bifurquant au préalable et en se jetant dans les faisceaux voisins. Les *i* envoient en outre vers les L des anastomoses très allongées; les L et le M se terminent librement, celui-ci d'abord, les L un peu plus haut.

Spermoderme.

Structure de l'ovule dans la fleur épanouie.

Primine à trois ou quatre assises de cellules (fig. 45 : coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie).

Secondine à deux assises cellulaires.

Nucelle : *Ep. N.* simple au sommet.

Tf. N. résorbé au sommet.

Spermoderme de la graine mûre.

Spermoderme formé aux dépens de la primine, de la secondine et du nucelle (fig. 46 : coupe transversale d'une graine mûre ; dessin d'ensemble).

Primine (fig. 47 : coupe transversale de la primine de la graine mûre dans la région dorsale; fig. 48 : idem dans la région latérale ailée).

Ep. e. P. irrégulièrement palissadique; cellules d'inégale hauteur, quelques-unes parfois assez basses, à parois externe et latérales épaisses (fig. 47), d'autres très hautes, dont la base très large, en forme de selle, embrasse la moitié du contour d'une grande lacune qui s'est formée en dessous de chacune de ces cellules, aux dépens de méats situés entre les cellules de l'assise externe du *Tf. P.* et celles de l'*Ep. e. P.* (fig. 48). Ces hautes cellules sont disposées aux deux extrémités du plan diamétral de la graine perpendiculaire à celui qui passe par le faisceau du raphé. Elles s'étendent tout le long de la graine suivant ces deux lignes opposées et forment ainsi deux ailes dont l'action, s'ajou-

tant à celle des lacunes sous-jacentes pleines d'air, contribue à faire de ces graines de véritables aéroplanes minuscules, que le vent peut transporter très loin.

Tf. P. de deux à quatre assises de cellules parenchymateuses à grands méats.

Ep. i. P. à cellules tabulaires à parois un peu épaissies dans les régions ventrale et dorsale (fig. 47), minces dans les régions latérales (fig. 48).

Secondine (fig. 49 : coupe transversale de la secondine de la graine mûre) : *Ep. e. S.* à cellules tabulaires à parois un peu épaissies, plus plates et plus larges que celles de l'*Ep. i. P.* et fortement écrasées dans la graine mûre.

Ep. i. S. à cellules tabulaires moins écrasées, plus ou moins larges et moins plates que les précédentes et à parois latérales munies de ponctuations fusiformes allongées suivant le sens de la hauteur des cellules.

Nucelle (fig. 50 : coupe transversale dans le nucelle et l'albumen de la graine mûre) : *Ep. N.* à cellules isodiamétriques, à parois minces et très sinueuses sur la coupe transversale, visible seulement après l'action prolongée des réactifs.

Tf. N. à une ou deux assises de cellules persistantes, à parois minces fortement écrasées.

Albumen à cellules assez grandes, à contenu aleurique.

Note critique.

En comparant ce qui précède avec la description que nous avons faite ailleurs (1) des organes similaires du *Cimicifuga racemosa* Ell., nous sommes obligé de conclure que l'*Actinospora dahurica* est simplement une espèce de *Cimicifuga*, et nous devons rejeter l'existence du genre *Actinospora*. Celui-ci fut créé en 1835 (2) pour des plantes ayant le port des *Actaea*, mais dont les caractères, fondés sur la conformation des fleurs et des fruits,

---

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 115.
(2) Fischer et Meyer, *loc. cit.*

doivent, eux aussi, les faire considérer comme formant une espèce du genre *Cimicifuga.* Ce dernier, admis par Linné, fut incorporé par De Candolle ([1]) au genre *Actaea;* mais Bentham et Hooker ([2]) se rangèrent au parti de Linné et établirent trois sous-genres de *Cimicifuga : Macrotys*, *Pityrosperma* et *Actinospora.* Enfin Engler et Prantl ([3]) ont réintégré les *Cimicifuga* parmi les *Actaea*, où ils reconnaissent deux sous-genres : *Euactaea* et *Cimicifuga;* mais pour ce faire, ils ont démembré l'ancien genre *Cimicifuga*, en lui enlevant, pour le mettre au nombre des *Euactaea*, le *Cimicifuga racemosa* Ell. (*Botrophis actaeoides* Rafin), qui à lui seul formait le sous-genre *Macrotys* de Bentham et Hooker. J'ai peine à adopter la manière de voir d'Engler et Prantl pour ce dernier point; car je pense que le caractère fourni par la nature du fruit est, chez les Renonculacées en particulier, beaucoup plus constant et partant beaucoup plus important que celui de la corolle ou des staminodes qui est si variable. D'ailleurs, j'ai cru moi-même devoir maintenir, dans mon premier mémoire ([4]), le genre *Cimicifuga.*

([1]) A.-P. De Candolle, *loc. cit.*, p. 64.
([2]) Bentham et Hooker, *loc. cit.*
([3]) Engler und Prantl, *loc. cit.*, p. 59.
([4]) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 115.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Les recherches qui précèdent ne font que me confirmer dans l'opinion que j'ai émise autrefois (1) sur l'importance du rôle de l'anatomie des péricarpes et spermodermes au point de vue de la systématique pure. Je puis même renforcer cette opinion en disant que, dans bien des circonstances où un doute s'élève quant à la place à assigner à tel ou tel genre dans le système, l'étude histologico-anatomique des organes précités décidera presque à coup sûr de la question : les cas du *Trautvetteria palmata* Fisch. et Mey. et surtout du *Callianthemum rutifolium* C.-A. Mey. en sont des exemples frappants.

Bien plus, et j'en ai déjà fait la remarque dans mes premières recherches, les affinités spécifiques se révèlent, on ne peut mieux, dans ce domaine d'investigations. Ce fait s'affirme surtout si, au moyen des tableaux dichotomiques que j'ai dressés à l'occasion de ces premières recherches (2), on se demande quelle place on doit assigner aux genres, puis aux espèces dont l'examen fait l'objet du présent travail. On verrait ainsi, de toute évidence, que le *Trautvetteria palmata* vient se fixer tout à côté de l'*Oxygraphis*, que le *Callianthemum* a sa place marquée tout près de l'*Adonis*, que le *Xanthorrhiza* et les *Coptis* doivent venir se ranger dans le voisinage des *Aquilegia* ou des *Caltha*, et que l'*Actinospora* ne fait qu'un avec les *Cimicifuga*.

(1) H. Lonay, *loc. cit.*, p. 132.
(2) Idem, p. 133.

Au point de vue des espèces, il ressort tout aussi clairement de l'étude qui précède que le *Ranunculus amplexicaulis* L. est très voisin du *R. platanifolius* L., et la comparaison entre les *R. divaricatus* Schrk., *R. fluitans* Lam. et *R. hederaceus* L. peut servir de pierre de touche pour la valeur à donner à l'examen anatomique des péricarpes et des spermodermes au point de vue de la distinction des espèces. En effet, ces trois espèces offrent entre elles beaucoup de ressemblances; mais les deux premières présentent incontestablement beaucoup plus d'affinité entre elles qu'avec le *R. hederaceus*, ce qui n'a rien d'étonnant puisqu'elles ont toutes deux été longtemps considérées comme de simples variétés du *R. aquatilis* L.

PLANCHES

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

ac.	Acropyle.
Alb.	Albumen.
Cot.	Cotylédon.
e.	Externe.
Ep.	Épiderme.
i.	Faisceau intermédiaire.
i.	Interne.
L.	Faisceau latéral.
m.	Moyen.
M.	Faisceau médian.
N.	Nucelle.
P.	Primine.
R.	Raphé.
rud.	Ovule rudimentaire.
S.	Secondine.
Sac.	Sac embryonnaire.
T.	Tégument.
Tf.	Tissu fondamental.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Ranunculus hederaceus L.

Fig. 1. — Coupe transversale du péricarpe, peu de temps avant la maturité de l'akène.

Ranunculus amplexicaulis L.

Fig. 2. — Coupe transversale pratiquée vers le milieu du péricarpe d'un akène mûr. Dessin d'ensemble.
Fig. 3. — Coupe transversale dans le spermoderme mûr après l'action de la potasse.

Callianthemum Kernerianum Fryn.

Fig. 4 — Coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie. Dessin d'ensemble.
Fig. 5. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.

Callianthemum rutifolium C.-A. Mey.

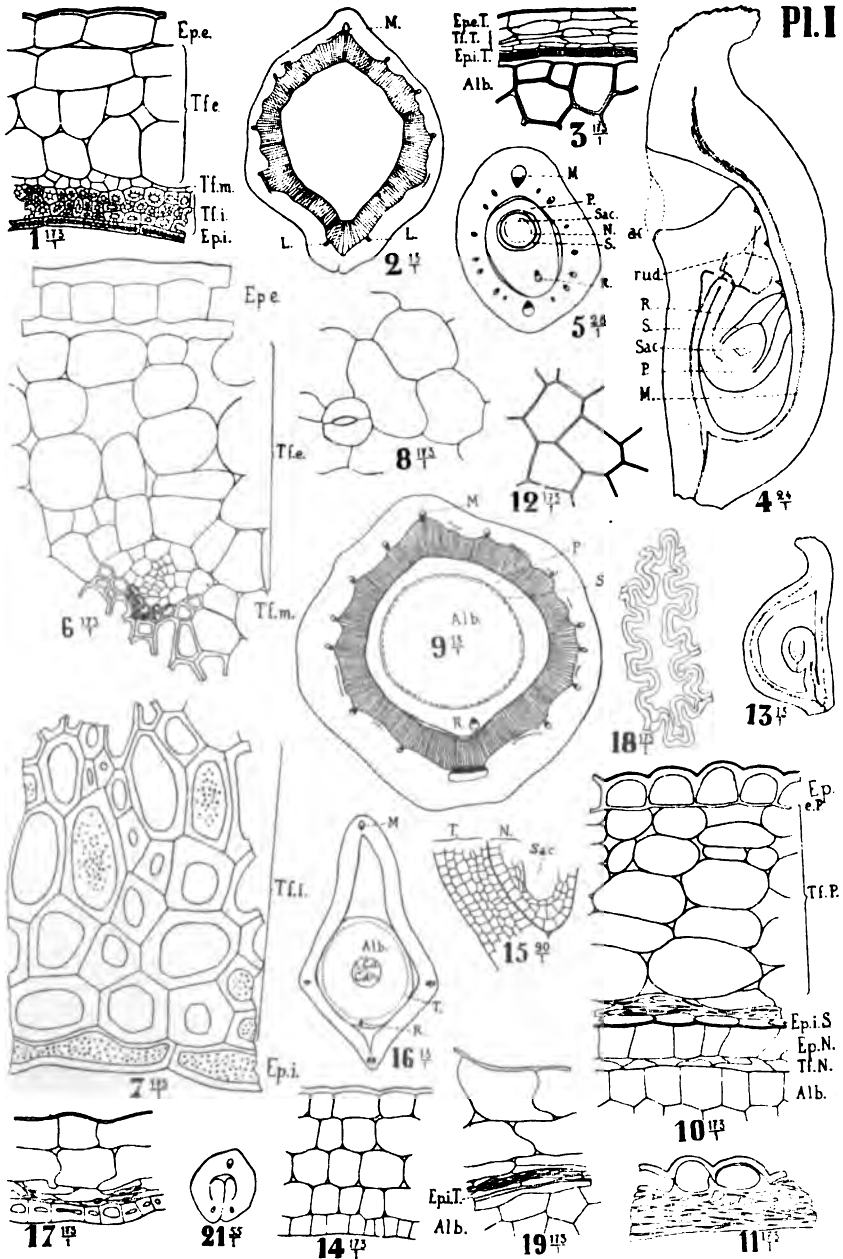
Fig. 6. — Coupe transversale dans le péricarpe peu de temps avant la maturité. Région externe.
Fig. 7. — Même coupe. Région interne.
Fig. 8. — *Ep. e.* du péricarpe vu de face.
Fig. 9. — Coupe transversale d'un akène peu de temps avant la maturité. Dessin d'ensemble.
Fig. 10 — Coupe transversale du spermoderme presque mûr.
Fig. 11. — Coupe transversale du spermoderme mûr, faite à sec et modérément traitée par la potasse à chaud.
Fig. 12. — *Ep. e. P.* d'une graine mûre vu de face.

Trautvetteria palmata Fisch. et Mey.

Fig. 13. — Coupe longitudinale d'un carpelle d'une fleur épanouie. Dessin d'ensemble.
Fig. 14. — Coupe transversale de la paroi latérale d'un ovaire de fleur épanouie.
Fig. 15. — Coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie.
Fig. 16. — Coupe transversale dans un akène mûr. Dessin d'ensemble.
Fig. 17. — Coupe transversale dans le péricarpe mûr.
Fig. 18. — Une cellule de l'*Ep. i.* du péricarpe vue de face.
Fig. 19. — Coupe transversale du spermoderme mûr.

Xanthorrhiza apiifolia L'Hér.

Fig. 21. — Coupe transversale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.



Hyac. Lonay ad nat. del. Lith. J.L. Goffart Bruxelles.

Genres : Ranunculus (1-3)
Callianthemum (4-12)
Trautvetteria (13-19)
Xanthorrhiza (21)

Pl. II

Hyac. Lonay ad nat. del

Lith. J.L. Goffart. Bruxelles.

Genres : Xanthorrhiza (20-31)
Coptis (32-40)
Actinospora (41-50)

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Xanthorrhiza apiifolia L'Hér.

FIG. 20. — Coupe longitudinale dans un carpelle de fleur épanouie. Dessin d'ensemble.
FIG. 21. — Voir planche I.
FIG. 22. — Coupe longitudinale dans un carpelle fécondé depuis quelques jours. Dessin d'ensemble.
FIG. 23. — Coupe transversale dans le péricarpe peu avant la maturité. Dessin d'ensemble.
FIG. 24. — Détails de la coupe précédente.
FIG. 25. — *Ep. i.* du péricarpe : une cellule vue de face.
FIG. 26. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie, pendant la première période.
FIG. 27. — Coupe transversale dans une graine peu avant la maturité. Dessin d'ensemble.
FIG. 28. — Détails de la coupe précédente.
FIG. 29. — Coupe transversale du spermoderme mûr.
FIG. 30. — *Ep. e. P.* vu de face.
FIG. 31. — *Ep. i. S.* vu de face.

Coptis brachypetala S. et Z.

FIG. 32. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie, longitudinale dans l'ovule. Dessin d'ensemble.

Coptis trifolia Salisb.

FIG. 33. — Coupe transversale dans le péricarpe presque mûr.
FIG. 34. — *Ep. e.* du péricarpe vu de face.
FIG. 35. — Un sphéro-cristal extrait d'une cellule de l'*Ep. e.* du péricarpe.
FIG. 36. — *Ep. i.* du péricarpe vu de face.
FIG. 37. — Coupe longitudinale d'un ovule de fleur épanouie.
FIG. 38. — Coupe transversale dans le spermoderme d'une graine mûre.
FIG. 39. — *Ep. e. P.* vu de face.
FIG. 40. — *Ep. i. S.* vu de face.

Actinospora dahurica Turcz.

FIG. 41. — Coupe transversale dans un ovaire de fleur épanouie.
FIG. 42. — Poil cylindrique recourbé de l'*Ep. e.* de l'ovaire.
FIG. 43. — Coupe transversale d'une follicule mûre. Dessin d'ensemble.
FIG. 44. — Détails de la coupe précédente.
FIG. 45. — Coupe longitudinale dans un ovule de fleur épanouie.
FIG. 46. — Coupe transversale d'une graine mûre. Dessin d'ensemble
FIG. 47. — Coupe transversale de la primine de la graine mûre dans la région dorsale.
FIG. 48. — Même coupe, région latérale.
FIG. 49. — Coupe transversale de la secondine de la graine mûre.
FIG. 50. — Coupe transversale du nucelle et de l'albumen de la graine mûre.

TABLE DES MATIÈRES



CONTRIBUTION

À

L'ANATOMIE DES AMARANTACÉES

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

Avec la collaboration de Mlle Constantinesco

DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES

INTRODUCTION

La tige des Amarantes est généralement considérée comme anomale à cause du grand nombre et de la disposition de ses faisceaux. Nous nous sommes proposé de rechercher quel est le parcours de ces faisceaux, parce qu'il constitue, semble-t-il, un type non encore décrit.

Nous avons reconnu la présence de faisceaux foliaires, de faisceaux gemmaires et de faisceaux anastomotiques, ainsi que l'existence de massifs libéro-ligneux secondaires. Ces derniers, souvent désignés sous les noms de faisceaux secondaires ou surnuméraires, prennent naissance d'une façon très spéciale qui a été fort controversée. Nous avons saisi l'occasion qui nous était offerte de reprendre l'examen de ce sujet.

Notre travail sera donc divisé en deux parties : dans la première, nous nous occuperons du parcours des faisceaux en cherchant surtout à préciser la forme des traces foliaires et celle des traces gemmaires; dans la seconde, nous étudierons le mécanisme de l'accroissement diamétral secondaire résultant de la formation des massifs libéro-ligneux secondaires. Les questions relatives à l'histologie proprement dite n'ont pas fixé notre attention : elles n'offrent, dans le cas présent, aucun intérêt particulier.

Nous exposerons d'abord nos recherches, puis nous analyserons les travaux de nos devanciers et nous comparerons nos

résultats aux leurs. Nous terminerons par un résumé où les personnes qui ne désirent pas nous suivre dans le détail de notre étude trouveront l'énoncé concis de nos observations et de nos conclusions.

Les plantes qui ont fourni les matériaux de notre travail étaient dénommées *Amarantus flavus* L. Cette détermination nous paraissant erronée, nous avons analysé soigneusement nos exemplaires et nous avons cru pouvoir les rattacher à l'*Amarantus caudatus* L. var. *albiflorus*. Cette variété est désignée aussi sous les noms d'*Amarantus pendulinus* ou *A. pendulus* (1).

Pour plus de sûreté, nous avons soumis des spécimens de notre plante à M. le Dr H. Schinz, le réputé monographe des Amarantacées et des familles voisines. Ce botaniste a bien voulu nous faire savoir qu'il s'agit d'une forme de l'*Amarantus caudatus* L., mais que la détermination rigoureuse des Amarantes cultivées dans les jardins botaniques est rendue très difficile par le fait des croisements qui s'opèrent entre diverses espèces.

Nous adressons nos remercîments à M. le Dr H. Schinz pour les renseignements qu'il nous a transmis et qui nous permettent de considérer la plante que nous avons étudiée comme appartenant réellement à l'*Amarantus caudatus* L. Une détermination plus complète n'est pas nécessaire ici, attendu que nous envisageons notre sujet au point de vue de l'anatomie générale et non au point de vue de la diagnose anatomique des espèces.

---

(1) Moquin dans le *Prodrome* de de Candolle, Pars XIII, p. 255.

CONTRIBUTION

À

L'ANATOMIE DES AMARANTACÉES

CHAPITRE PREMIER

PARCOURS DES FAISCEAUX

§ I. — TYPE.

Pour étudier le type structural de l'Amarante, il nous a paru utile de rechercher d'abord quel est le parcours des faisceaux dans la région qui porte les plus grandes feuilles : nous avons choisi à cet effet les segments 8 à 13 d'une tige principale très vigoureuse, complètement développée, qui mesurait 1m40 depuis l'insertion des cotylédons jusqu'au sommet de l'inflorescence (1). La divergence foliaire étant égale à $^2/_5$ de circonférence dans la région examinée, c'est donc un cycle phyllotaxique complet que nous avons minutieusement exploré au moyen de coupes transversales successives dans les nœuds et de coupes transversales échelonnées de distance en distance dans les entre-nœuds. La figure 1 reproduit l'aspect extérieur de cette portion de tige qui mesurait 31 centimètres de longueur.

Le nœud ^{14} a fourni, en outre, une série de coupes longitudinales successives pratiquées parallèlement au plan de symétrie. Le nœud ^{15} enfin a été débité en coupes longitudinales succes-

(1) Par segment, nous entendons un nœud de la tige avec l'entre-nœud précédent.

sives faites perpendiculairement au plan de symétrie. Ces deux nœuds avaient une structure comparable à celle des six nœuds précédents.

Les coupes mesuraient généralement 15 millimètres de diamètre. Elles ont été dessinées, au moyen de l'appareil projecteur d'Edinger, sur des feuillets de papier transparent, afin de permettre la comparaison des croquis par superposition. Tous ces dessins ont été contrôlés en examinant les coupes de nouveau sous le microscope à grand champ de Nachet.

L'examen attentif de tous ces matériaux et leur comparaison avec ceux dont il sera question par la suite, nous ont permis de définir le type structural en le dégageant de tous les cas particuliers et accidents locaux.

Avant de commencer cette description, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de préciser certains termes dont nous aurons à faire usage.

On peut envisager une tige quelconque comme formée par la décurrence des tissus constituant les feuilles et les rameaux. Dès lors, il est naturel de rechercher dans la tige les *traces foliaires* et les *traces gemmaires*, leur composition et leur agencement.

Par trace foliaire, il faut entendre l'ensemble des faisceaux qui proviennent d'une même feuille, en ne considérant que ceux qui n'ont encore subi aucune anastomose; ces faisceaux restés libres sont dits *faisceaux foliaires* [1]. Dans l'Amarante, chaque feuille donne à la tige un faisceau médian (M), deux faisceaux latéraux (L), deux faisceaux intermédiaires (i) et des faisceaux marginaux de divers ordres (m, m', m''....).

De même, par trace gemmaire, il faut entendre l'ensemble des faisceaux qui proviennent d'un même bourgeon ou rameau; dans leur portion non encore anastomosée, ces faisceaux sont

[1] Il est regrettable que quelques auteurs prennent comme synonymes les termes *trace foliaire* et *faisceau foliaire* : c'est établir une confusion fâcheuse entre le tout et la partie!

qualifiés de *faisceaux gemmaires* et indiqués par le symbole G. Les uns viennent de la région centrale du bourgeon, les autres de la périphérie : les premiers sont dits internes (G. *i.*), les seconds externes (G. *e.*).

Dans leur course descendante, les foliaires et les gemmaires rencontrent des faisceaux auxquels ils s'unissent en se confondant avec eux. Ces complexes sont désignés sous le nom de *faisceaux anastomotiques* et indiqués par le symbole A.

Dans l'Amarante, nous aurons à considérer encore les *massifs libéro-ligneux secondaires* qui apparaissent tardivement à la périphérie des parties les plus âgées de la tige ([1]).

Dans toutes nos descriptions, nous suivrons le trajet des faisceaux de haut en bas : nous commencerons donc au nœud ^{13} pour descendre jusque dans l'entre-nœud ^{8}.

I. — TRACE FOLIAIRE.

Le nombre des faisceaux contenus dans le pétiole de la feuille ^{13} est 25, comme l'indique la figure 2. A la base du pétiole, les trois faisceaux intermédiaires, situés de chaque côté du médian, s'unissent en un seul; de même les marginaux se réunissent pour ne constituer que trois faisceaux marginaux de chaque côté. Ces réunions sont indiquées par des accolades dans la figure 2.

Les 11 faisceaux ainsi constitués passeront dans la tige; ce sont les faisceaux :

$$m''m'm \, \mathrm{L} \, i \, \mathrm{M} \, i \, \mathrm{L} \, m \, m'm''.$$

Dans le nœud ^{13}, une coupe représentée par la figure 5 ([2])

([1]) Pour plus de détails sur les catégories de faisceaux et l'historique de la question, voir A. Gravis, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica* (8, pp. 63 et 75), ainsi que l'*Anatomie comparée du Chlorophytum et du Tradescantia* (9, p. 15).

([2]) Les niveaux correspondants aux coupes transversales sont indiqués dans le dessin d'ensemble de la figure 1.

montre la pénétration des faisceaux *m'* et *m''* de chaque côté; une autre (fig. 7) permet de constater la pénétration des *m* L *i* M *i* L *m*.

Au milieu de l'entre-nœud ^{13} (fig. 8), la trace foliaire est complète puisqu'elle se compose encore des 11 faisceaux

m''m'm L *i* M *i* L *m m'm''*.

Ces faisceaux sont disposés en zigzag, les plus gros (L M L) étant les plus rapprochés du centre de la tige, les autres étant d'autant plus éloignés qu'ils sont plus petits. Cette disposition est caractéristique.

Un peu au-dessous de ce niveau, les faisceaux *m''* se jettent sur les faisceaux les plus voisins. Il en est de même des *m'* vers le milieu de l'entre-nœud ^{12} (fig. 9); la trace foliaire, dès lors incomplète, ne comprend que les 7 faisceaux :

m L *i* M *i* L *m*.

Dans l'étendue de l'entre-nœud ^{10}, les faisceaux *m* et L s'unissent aux faisceaux anastomotiques les plus proches. Vers le milieu de l'entre-nœud ^{10} (fig. 10), ces réunions sont déjà faites, sauf celle du faisceau latéral gauche qui est sur le point de s'accomplir.

Les foliaires *i* M *i* se retrouvent dans l'entre-nœud ^{9} (fig. 11); ils continuent à descendre dans la tige jusque sous le nœud ^{8} : là, ils s'anastomosent à leur tour (fig. 12). La trace foliaire du nœud ^{13} a donc complètement disparu : elle a fait place à la trace foliaire du nœud ^{8}, laquelle ne comprend que 9 faisceaux.

Vu le grand nombre des faisceaux et leur disposition à des distances très inégales du centre de la tige, il n'est guère possible de représenter le parcours comme on le fait généralement en supposant la tige déployée dans un plan. Nous avons cependant essayé de donner trois représentations partielles.

Dans la première représentation (fig. 13), tous les faisceaux composant la trace foliaire et la trace gemmaire du nœud ^{13}, ainsi que les faisceaux anastomotiques voisins, sont ramenés dans un plan tangent à la tige; ils ont été espacés de façon à ne pas

se confondre dans la figure. Le parcours est vu de face : il comprend six segments superposés (segments 8 à 13), mais il ne correspond qu'à l'un des cinq secteurs qui composent la tige.

La deuxième représentation (fig. 14) indique, dans le plan radial, le trajet des faisceaux de la moitié droite des mêmes traces foliaire et gemmaire. Le parcours est donc vu de profil, de façon à mettre en évidence le déplacement des faisceaux dans le sens du rayon de la tige. Les faisceaux représentés dans la figure 14 correspondent à ceux que l'on voit dans la portion de coupe transversale dessinée sous la figure. Ce demi-secteur équivaut à la dixième partie de la tige.

Dans les figures 13 et 14, les faisceaux foliaires sont indiqués par des traits fins, les gemmaires par des traits interrompus, les anastomotiques par de gros traits. A l'inspection de ces deux figures, on reconnaît que les divers faisceaux foliaires effectuent dans la tige un trajet de longueur différente. Partant du nœud ^{13}, on constate que les *m''* parcourent la longueur d'un demi-entre-nœud environ; que les *m'* parcourent presque deux entre-nœuds; que les *m* et L descendent la longueur de trois à quatre entre-nœuds; que les *i* et M ne s'anastomosent qu'après avoir parcouru librement cinq entre-nœuds.

La troisième représentation du parcours (fig. 15) est une sorte de projection schématique, sur un plan horizontal, des faisceaux de la trace foliaire (pointillés), des faisceaux de la trace gemmaire (hachurés) et des faisceaux anastomotiques voisins (laissés en blanc). Les flèches indiquent comment les foliaires et les gemmaires se terminent en s'unissant aux anastomotiques. Les faisceaux dont le contour est indiqué par quelques points appartiennent à d'autres traces foliaires et gemmaires.

L'étude qui a été faite des segments 8 à 13, reproduits par la figure 1, nous a permis de suivre dans toute leur longueur non seulement le trajet des faisceaux provenant de la feuille ^{13}, mais encore celui des faisceaux provenant des feuilles ^{12}, ^{11}, ^{10}, ^{9} et ^{8}. Nous pouvons donc noter exactement tous les faisceaux rencontrés au milieu de l'entre-nœud 9 (fig. 11). Cette coupe, vague-

ment pentagonale, montre nettement cinq traces foliaires séparées par cinq groupes de faisceaux anastomotiques rayonnants; le tout entouré d'une couronne de petits faisceaux dont il sera fait mention ultérieurement.

On remarquera d'abord deux traces foliaires complètes comprenant les 9 faisceaux *m'm* L *i* M *i* L *m m'* et correspondant aux feuilles 9 et 10 (lesquelles n'envoient pas de faisceaux *m''* dans la tige); ensuite une trace foliaire incomplète formée des faisceaux L *i* M *i* L et correspondant à la feuille ^{11}; enfin deux traces foliaires très incomplètes, constituées seulement par les trois faisceaux *i* M *i* des feuilles ^{12} et ^{13}.

Nous trouvons donc côte à côte, dans cette coupe, les trois états dans lesquels se présente une même trace foliaire lorsqu'elle est suivie dans son trajet descendant.

Les cinq traces foliaires d'un entre-nœud sont séparées par cinq groupes de faisceaux anastomotiques dont la disposition rayonnante est plus ou moins régulière. Dans chacun de ces groupes, les plus gros faisceaux sont les plus rapprochés du centre, les plus petits les plus éloignés.

Les faisceaux d'une trace foliaire ne se placent jamais entre les faisceaux d'une autre trace foliaire; ils ne s'interposent même pas aux faisceaux anastomotiques, comme on le constate dans un grand nombre de plantes. Dans l'Amarante, la tige est donc constituée par des secteurs bien distincts, au nombre de cinq dans la région type envisagée ici.

Nous avons constaté que la disposition des faisceaux foliaires est invariable dans tous les segments; aussi avec un peu d'expérience peut-on toujours les reconnaître et les déterminer exactement. La place où ils se terminent en s'anastomosant ne présente pas la même constance. En conséquence, nous ne chercherons pas à préciser le mode de terminaison des foliaires dans chaque cas particulier. Nous nous bornerons à formuler ceci : les faisceaux médians et les faisceaux latéraux se terminent en se jetant sur l'un des gros faisceaux anastomotiques les plus rapprochés du centre de la tige; les faisceaux marginaux se fusionnent aux faisceaux anastomotiques situés d'autant plus loin du centre qu'ils

sont eux-mêmes plus petits; le lieu d'anastomose des faisceaux intermédiaires est plus variable.

Habituellement les foliaires s'unissent aux anastomotiques situés du même côté qu'eux par rapport au plan de symétrie de la feuille. Cependant les foliaires latéraux et les foliaires intermédiaires du côté droit peuvent être rejetés contre les anastomotiques du côté gauche. Le contraire peut aussi s'observer. Ces faits semblent en rapport avec le sens de la spire phyllotaxique et l'augmentation du nombre des faisceaux dans les segments consécutifs (1).

Outre les 29 faisceaux foliaires et les 26 faisceaux anastomotiques dont nous venons de parler, la coupe représentée par la figure 11 contient 65 faisceaux gemmaires (indiqués par des hachures) et 160 massifs libéro-ligneux secondaires (indiqués en noir). Nous aurons à nous occuper de ces faisceaux gemmaires et de ces massifs libéro-ligneux secondaires dans la suite de notre travail.

II. — TRACE GEMMAIRE.

Le bourgeon situé dans l'aisselle de la feuille 13 s'est développé en un rameau long de 35 centimètres, dont le diamètre mesure 4 à 5 millimètres à la base. Ce rameau possède une structure assez semblable à celle de la tige principale : il renferme des faisceaux foliaires, des anastomotiques et une couronne de petits faisceaux périphériques. Tous ces faisceaux du rameau pénètrent dans la tige mère : c'est leur trajet descendant que nous allons suivre.

La section transversale représentée partiellement par la figure 3 a été pratiquée un peu au-dessus du nœud 13. La section pratiquée quelques millimètres plus bas (fig. 4) a rencontré l'insertion du rameau : les faisceaux gemmaires, c'est-à-dire les

(1) Ces résultats sont conformes à ceux obtenus dans le Tradescantia (8, pp. 83 et 84) et le Chlorophytum. Ils confirment également les vues émises par M. O. Lignier (12, 13 et 14). Il est donc acquis que l'étude des faisceaux foliaires est beaucoup plus importante que celle des faisceaux anastomotiques.

faisceaux provenant du rameau, y sont représentés couverts de bachures. On peut distinguer des gemmaires internes (G. *i.*) et des gemmaires externes (G. *e.*). On les retrouve dans la figure 5, dans laquelle on voit les gemmaires externes se disposer côte à côte et les gemmaires internes s'enfoncer dans la tige.

Au niveau de la rentrée des principaux faisceaux de la feuille [13] (fig. 7), les gemmaires externes (G. *e.*) sont interposés aux foliaires, tandis que les gemmaires internes (G. *i.*) se sont disposés parallèlement aux faisceaux anastomotiques (A) de la tige mère.

Dès le milieu de l'entre-nœud [13] (fig. 8), les G. *e.* se sont éparpillés à la phériphérie de la tige mère, et les G. *i.* ont été presque entièrement absorbés par les anastomotiques.

Plus bas (fig. 9 et 10), la trace gemmaire n'est plus représentée que par les petits faisceaux externes disposés en cercle à la périphérie. Ces petits faisceaux descendent parallèlement le long de cinq entre-nœuds, puis, refoulés vers l'intérieur, ils sont reçus par les anastomotiques dans la moitié supérieure du nœud [8].

En résumé, la trace foliaire et la trace gemmaire correspondante sont absorbées par les faisceaux anastomotiques qui encadrent ces deux traces : la première s'observe partiellement au moins dans toute l'étendue de cinq entre-nœuds, tandis que la seconde disparaît presque entièrement dans l'entre-nœud situé sous le nœud considéré. Seuls, les gemmaires externes persistent dans la tige mère pour y former la couronne de faisceaux périphériques.

Le parcours des faisceaux gemmaires est nettement reconnaissable dans nos figures 13 et 14 : les faisceaux descendant du rameau y sont indiqués en traits interrompus. Partant du nœud [13], on voit les gemmaires internes parcourir dans la tige la longueur d'un entre-nœud, puis se jeter sur les anastomotiques. Les gemmaires externes, au contraire, descendent la longueur de cinq entre-nœuds, puis, s'unissant à leur tour à des anastomotiques, ils laissent la place libre aux gemmaires externes du nœud [8].

La réalité de cette disposition est mise hors de doute par le contrôle résultant de l'examen d'une série de coupes successives

pratiquées longitudinalement dans le nœud 14, parallèlement au plan de symétrie de ce segment (fig. 16). Une seule coupe ne peut évidemment fournir un tracé aussi complet que celui de notre figure 16 : celle-ci a été obtenue par la superposition de trois dessins fournis par trois sections successives. Cette méthode permet de suivre un certain nombre de faisceaux en complétant un croquis par le suivant. Toutefois, elle n'est réellement démonstrative que quand elle vient corroborer l'étude attentive d'une série de coupes transversales successives dans une région comparable (série des figures 3 à 12).

Dans la figure 15 enfin, les faisceaux gemmaires sont désignés par des hachures ; les flèches montrent où se termineront ces faisceaux en s'unissant aux faisceaux anastomotiques laissés en blanc.

§ II. — VARIATIONS DU TYPE DANS L'ÉTENDUE DE LA TIGE.

La variation de la structure dans les diverses régions d'une même tige (indépendamment de la différence d'âge de ces régions) est un fait bien établi, mais trop négligé encore (¹). On ne peut cependant se faire une idée suffisamment complète de l'organisation d'une plante, qu'en étudiant toutes ses parties : c'est à ce prix qu'il est possible de définir le type structural qui pourra ultérieurement être comparé à d'autres types structuraux établis de la même manière.

Distinguons d'abord les régions reconnaissables extérieurement dans la tige de l'amarante étudiée.

Caractères extérieurs.

Notre Amarante est une plante annuelle à croissance rapide.

(¹) L'*Urtica dioica* et le *Tradescantia virginica*, étudiés à ce point de vue, peuvent servir d'exemples bien démonstratifs.

Sa tige principale, qui dans les forts exemplaires atteint $1^{m}70$ de longueur, comprend toujours deux régions bien distinctes : l'une végétative, l'autre florifère.

La région végétative de la tige principale est verticale et compte habituellement 24 ou 25 segments. Chacun de ceux-ci porte une feuille pétiolée et un bourgeon axillaire. La taille des feuilles va en augmentant de la feuille ^{1} jusqu'à la feuille ^{14} ou ^{15}, puis elle décroît un peu jusqu'à la dernière. Le développement des bourgeons axillaires suit les mêmes fluctuations : les bourgeons des six premiers nœuds donnent naissance à quelques feuilles très chétives ; à partir du nœud ^{7} ou ^{8}, le rameau s'allonge un peu, porte quelques feuilles et se termine par une inflorescence atrophiée; dès le nœud ^{10} ou ^{11}, le développement est plus accentué : il atteint son maximum au nœud ^{14} ou ^{15}, où le rameau peut mesurer 40 centimètres de longueur, porter une dizaine de feuilles et se terminer en une inflorescence ; du nœud ^{15} ou ^{16} jusqu'au nœud ^{24} ou ^{25}, le rameau est de moins en moins long, ses feuilles de moins en moins nombreuses; il se réduit finalement à la partie florifère (fig. 6).

La région supérieure de la tige principale est recourbée et retombante; elle constitue l'axe d'une grande inflorescence terminale qui peut atteindre 40 centimètres de longueur. Elle comprend une centaine au moins de segments portant chacun une bractée et une ramification axillaire. La première bractée, très aiguë, ne mesure que 8 millimètres de longueur (fig. 38). Elle contraste singulièrement avec la feuille précédente qui se compose d'un pétiole assez long et d'un limbe large ordinairement de 4 à 5 centimètres. Les bractées suivantes sont de plus en plus petites (fig. 39).

Les bourgeons situés dans l'aisselle des premières bractées donnent naissance à des rameaux florifères; les autres se développent en petites cymes compactes, qui ne sont pas représentées dans la figure 6 à cause de leur taille trop exiguë.

Tous les appendices de la tige principale (feuilles et bractées) sont rangés suivant une seule et même spire (fig. 17) qui est dextre dans certains individus, sénestre dans les autres. Parmi

100 tiges principales prises au hasard, nous avons compté 49 dextres et 51 sénestres (1).

L'angle phyllotaxique, qui mesure presque une demi-circonférence entre les feuilles 1 et 2, se réduit à $^2/_5$ dans la portion moyenne et à $^3/_8$ dans la portion supérieure de la tige principale.

Une même tige a été explorée dans toute son étendue. Une entaille bien droite, pratiquée dans toute la longueur de cette tige, a servi de repère pour l'orientation des coupes. Les parties les plus jeunes ont été soumises à l'inclusion dans la celloïdine et débitées au microtome; les autres ont été sectionnées à la main. Il a été fait usage de l'agar-agar pour fixer les coupes aux lames de verre (A. Gravis, **7**); l'éclaircissement a été obtenu par l'eau de Javelle et la coloration par l'hématoxyline après neutralisation par le bicarbonate de potasse (2).

En décrivant l'organisation de l'hypocotyle, de la région végétative et de l'axe de l'inflorescence de cette tige, nous aurons l'occasion de faire connaître dans quelles limites varie le type structural décrit précédemment. Nous ne parlerons pas de portions de tiges prélevées dans d'autres plantes dont l'étude a servi à compléter et à contrôler les résultats obtenus.

A. — HYPOCOTYLE.

L'hypocotyle et ses appendices (cotylédons) constituent une région distincte qui mérite un examen particulier. Bien qu'il soit possible de retrouver l'hypocotyle au bas de la tige principale

---

(1) Cette constatation est à rapprocher d'autres analogues qui ont été faites à propos du *Tradescantia virginica* (**8**, p. 60).

(2) Cette partie de notre travail est plus particulièrement l'œuvre de Mlle A. Constantinesco, qui a fait de nombreuses séries de coupes successives et exécuté à la chambre claire les dessins nécessaires pour établir le parcours des faisceaux dans toute l'étendue d'une même tige. Je me plais à reconnaître son habileté et sa persévérance; je tiens aussi à la remercier bien vivement de son utile collaboration. A. G.

lorsque la plante est adulte, il est préférable de l'étudier dans de jeunes plantules. Celles dont nous nous sommes servi montraient, outre les deux cotylédons, les quatre premières feuilles étalées et les deux suivantes en voie d'épanouissement (fig. 18).

Les figures 19 à 24 reproduisent quelques coupes choisies dans une série obtenue au microtome. La figure 20 correspond au niveau de l'insertion des cotylédons : *Cot. a.* désigne les deux faisceaux provenant du cotylédon antérieur; *Cot. p.*, les deux faisceaux venant du cotylédon postérieur; G. les faisceaux gemmaires cotylédonaires; A. les quatre faisceaux anastomotiques; $(L\ M\ L)^1$ la trace foliaire du premier nœud; $(L\ M\ L)^2$ celle du deuxième; enfin il y a une couronne de petits faisceaux périphériques non encore différenciés.

Dans une coupe faite un peu au-dessous de la précédente (fig. 21), on voit les foliaires latéraux des nœuds ^{1} et ^{2} s'unir aux anastomotiques. Au milieu de l'hypocotyle (fig. 22), les faisceaux A se sont rapprochés deux à deux et ont absorbé les foliaires médians. Dans la figure suivante (fig. 23), les faisceaux cotylédonaires se sont unis aux deux anastomotiques. Enfin, au niveau de la racine principale (fig. 24), on aperçoit la lame ligneuse du faisceau bipolaire flanquée, à droite et à gauche, d'un massif libéro-ligneux secondaire, prolongement inférieur des deux faisceaux anastomotiques constatés au niveau précédent. Cette même coupe contient d'autres massifs libéro-ligneux secondaires, prolongements inférieurs des faisceaux périphériques de l'hypocotyle.

En résumé, l'hypocotyle contient deux traces cotylédonaires et deux traces foliaires séparées par quatre anastomotiques, le tout entouré d'une couronne de faisceaux périphériques (nous négligeons les faisceaux gemmaires cotylédonaires très peu développés). Les traces cotylédonaires sont réduites, l'une et l'autre, à deux faisceaux latéraux sans faisceau médian.

On consultera utilement la figure 25, qui exprime le parcours des principaux faisceaux d'une plantule. Elle montre d'une façon synoptique ce que la série des coupes transversales (fig. 19 à 24) nous a appris.

B. — PORTION VÉGÉTATIVE DE LA TIGE.

Abstraction faite des changements résultant de l'âge des organes, deux facteurs régissent les modifications que présente la structure de la tige considérée dans toute son étendue : ce sont les variations de l'angle de divergence des feuilles et les variations du nombre des faisceaux foliaires dans les divers segments. Considérons ces deux facteurs successivement.

La disposition phyllotaxique des quatre premières feuilles semble indiquer deux paires de feuilles qui auraient été déplacées de façon à se ranger le long d'une seule spire : les angles de divergence sont successivement un peu plus petit que $^1/_2$, plus grand que $^1/_4$, et plus petit que $^1/_2$ (voir fig. 17). Du segment [5] au segment [21], l'angle de divergence est égal à $^2/_5$ de circonférence. A partir du segment [21], l'angle est réduit à $^3/_8$ (fig. 17).

Le nombre des faisceaux qui passent de la feuille dans la tige augmente du segment [1] aux segments de la portion moyenne, puis il va en diminuant. Dans la tige qui nous sert d'exemple, nous avons constaté :

La feuille [1] donne à la tige 3 faisceaux . . .	L M L
La feuille [2] en donne 5	L *i* M *i* L
Les feuilles [3] et [4] en donnent 7.	. *m* L *i* M *i* L *m*
Les feuilles [5] à [12] en donnent 9.	. *m'm* L *i* M *i* L *m m'*
Les feuilles [13] à [15] en donnent 11 . . .	. *m''m'm* L *i* M *i* L *m m'm''*
Les feuilles [16] à [21] en donnent 9	. *m'm* L *i* M *i* L *m m'*
Les feuilles [22] à [24] en donnent 7	. *m* L *i* M *i* L *m*

La feuille [1] est la plus petite, la feuille [13] la plus grande ; la feuille [24] est la dernière avant les bractées de l'inflorescence.

Nous avons figuré la coupe transversale du pétiole d'un cotylédon (fig. 26), ainsi que celle du pétiole des feuilles [1], [3], [5], [13] et [20] (fig. 27, 28, 29, 33 et 34); ces coupes ont toutes été pratiquées à la base de l'organe. En les comparant, il faudra tenir

compte de ce que le grossissement des deux dernières est moindre que celui des autres (1).

Le nombre des faisceaux qui passent d'une feuille dans la tige n'est pas toujours égal au nombre de faisceaux visibles dans la coupe faite à la base du pétiole, parce que certains faisceaux s'unissent avant de pénétrer dans la tige. Dans les figures 27, 33 et 34, les accolades indiquent les faisceaux qui se confondent en un seul pour entrer dans la tige.

Traces foliaires.

La section transversale au milieu de l'entre-nœud montre quatre traces foliaires séparées par quatre séries de faisceaux anastomotiques (fig. 30). Les traces foliaires ^{1} et ^{2} sont complètes : la première comprend trois faisceaux, la seconde cinq. Les traces foliaires ^{3} et ^{4} ne se composent ici que des faisceaux *i* M *i*.

C'est dans l'entre-nœud ^{3} (fig. 31) qu'apparaît une cinquième trace foliaire; celle-ci est réduite, à ce niveau, au seul faisceau M^7. Un coup d'œil jeté sur la figure 25 fera immédiatement saisir les relations existant entre les traces foliaires et les faisceaux anastomotiques. Cette figure représente le parcours des principaux faisceaux dans l'hypocotyle et les premiers segments caulinaires de la plantule mentionnée au paragraphe précédent. Elle ne reproduit toutefois que les faisceaux les plus profonds; les autres, échelonnés vers l'extérieur, n'ont pu trouver place dans ce dessin.

Dès l'entre-nœud ^{5}, les feuilles étant disposées à $^2/_5$ de circonférence les unes des autres et donnant à la tige chacune 9 faisceaux, on trouve la structure représentée par la figure 32 : cinq traces foliaires, dont une complète

$$(m'm\ L\ i\ M\ i\ L\ m\ m')^5,$$

(1) M. L. Petit (19, p. 24 et pl. II, fig. 37) a décrit et figuré la coupe faite au sommet du pétiole de l'*Amarantus caudatus*. Cette différence de niveau explique la différence d'aspect qu'on reconnaîtra en rapprochant son dessin des nôtres.

une presque complète

$$(m\,L\,i\,M\,i\,L\,m)^6,$$

une incomplète

$$(L\,i\,M\,i\,L)^7,$$

deux fort incomplètes

$$(i\,M\,i)^8 \text{ et } (i\,M\,i)^9.$$

Cinq séries de faisceaux anastomotiques séparent ces traces foliaires.

Le segment [13] porte la feuille la plus grande à laquelle correspond une trace de 11 faisceaux (fig. 35) :

$$m''m'm\,L\,i\,M\,i\,L\,m\,m'm''.$$

Les quatre autres traces ont la même composition que dans la figure précédente.

C'est dans l'entre-nœud [17], qu'apparaît une sixième trace foliaire réduite au seul faisceau M^{22} (fig. 36). Les cinq autres traces ressemblent à celles des deux figures qui précèdent.

Enfin, dans l'entre-nœud [20] débute la disposition phyllotaxique $^5/_8$ (fig. 37). Les quatre premières traces foliaires, correspondant aux segments 20, 21, 22 et 23, sont complètes; celle du segment [24] est incomplète; les trois dernières (25, 26, 27) correspondent à trois bractées et ne possèdent, par conséquent, chacune qu'un seul faisceau (M). Le niveau rencontré par la coupe de la figure 37, appartient d'ailleurs à la portion de transition entre la région végétative de la tige et celle qui constitue l'axe de l'inflorescence.

Quelle que soit la disposition phyllotaxique et quel que soit le nombre des faisceaux, on remarquera que les traces foliaires sont toujours plissées et régulièrement séparées les unes des autres par des groupes de faisceaux anastomotiques.

Le nombre des traces foliaires visibles dans une coupe transversale est de quatre lorsque l'angle de divergence foliaire est de $^1/_2$ circonférence environ (segment [1] : fig. 30); il est de cinq lorsque les feuilles sont disposées suivant $^2/_5$ (fig. 35); il est de

huit quand elles sont disposées suivant $^3/_8$ (fig. 37). On peut observer six ou sept traces foliaires dans la région intermédiaire entre les dispositions phyllotaxiques $^2/_5$ et $^3/_8$ (fig. 36).

Traces gemmaires.

Qu'ils soient peu développés comme ceux insérés aux premiers nœuds de la tige principale, ou très vigoureux comme ceux portés par la région moyenne de cette tige, les rameaux ont toujours une trace conforme au type que nous avons décrit précédemment. Le nombre et la longueur des faisceaux gemmaires seuls varient. Nous croyons inutile d'insister davantage.

C. — AXE DE L'INFLORESCENCE.

L'axe de l'inflorescence formé d'une bonne centaine de segments, comprend deux parties : dans la première, constituée de 25 à 30 segments, les bourgeons axillaires se sont développés en rameaux florifères longs d'une dizaine de centimètres. Dans la seconde partie, les bourgeons ne produisent que de petites cymes serrées les unes contre les autres.

L'inflorescence qui termine la tige principale est donc composée d'une partie rameuse-paniculée, et d'une autre spiciforme-compacte [1]. Dans la figure 6, schématisée d'après une photographie, les proportions ont été rigoureusement observées, mais

---

[1] Dans l'aisselle des bractées de la partie spiciforme, comme dans l'aisselle de chacune des bractées portées par les rameaux de la partie paniculée, se trouve un petit glomérule de fleurs. Quelques coupes pratiquées dans des fragments soumis à l'inclusion nous ont montré que chaque glomérule est une cyme bipare comprenant une cinquantaine de fleurs. Dans les ouvrages de systématique, on attribue à l'*Amarantus caudatus* et aux espèces voisines, « des fleurs en épis » : il faudrait dire « des cymes disposées en épis et ceux-ci formant une panicule ».

les cymes n'ont pu être figurées parce qu'elles y seraient trop petites.

Quant aux appendices, ce sont des bractées uninerviées, de plus en plus petites (fig. 38 et 39), dont la disposition phyllotaxique est $^{3}/_{8}$.

Traces foliaires.

De chaque bractée descend dans l'axe de l'inflorescence un seul faisceau (M) qui parcourt librement la longueur de 8 entre-nœuds, puis se rapproche de l'un des anastomotiques auquel il se fusionne complètement deux ou trois entre-nœuds plus bas encore.

A titre d'exemples, nous figurons deux coupes de l'axe de l'inflorescence.

La première a été pratiquée dans l'entre-nœud ^{25} (fig. 40), c'est-à-dire à la base de la partie rameuse et paniculée de l'inflorescence. On y remarque 8 traces foliaires composées chacune d'un seul faisceau (M^{25} à M^{32}); elles sont séparées par 8 groupes de faisceaux anastomotiques (A). Les faisceaux M^{33} et M^{34} se rapprochent du faisceau anastomotique auquel ils doivent s'unir; le faisceau M^{35} a déjà opéré cette réunion. Tous les faisceaux désignés par des hachures sont gemmaires; nous en parlerons plus loin.

La seconde coupe a été faite dans l'entre-nœud ^{81} (fig. 41), niveau situé vers le milieu de la partie spiciforme et compacte de l'inflorescence. Cette section présente nettement 8 côtes, dont 5 principales et 3 plus petites. A ces côtes correspondent 8 traces foliaires réduites chacune au faisceau médian (M^{81} à M^{88}). Il y a seulement 8 faisceaux anastomotiques qui correspondent aux sinus du contour de la coupe. Les faisceaux M^{89}, M^{90} et M^{91} se rapprochent pour s'unir au faisceau anastomotique le plus voisin. Tous les autres faisceaux sont gemmaires.

L'organisation si simple de la partie supérieure de l'inflorescence contraste avec celle de la région végétative de la tige. Elle peut très aisément s'exprimer sous la forme de la figure 42 qui

reproduit le parcours des faisceaux foliaires et anastomotiques dans les segments 81 à 89. Chaque faisceau venant d'une bractée parcourt librement 8 entre-nœuds, puis se rapproche de l'anastomotique voisin auquel il s'unit intimement deux ou trois entre-nœuds plus bas.

Traces gemmaires.

Dans la partie inférieure paniculée de l'inflorescence, les rameaux sont assez développés : ils mesurent presque tous un décimètre de longueur. De ces rameaux descendent des faisceaux gemmaires assez nombreux. Les gemmaires internes pénètrent avec le faisceau M à l'intérieur de la tige ; les gemmaires externes, plus petits, restent à la périphérie (voir G.*i.* et G.*e.* dans la fig. 40). Tous se comportent comme les gemmaires de la région végétative, sauf que les internes sont ici notablement plus longs.

Dans la partie supérieure spiciforme de l'inflorescence, il n'y a qu'une petite cyme dans l'aisselle de chaque bractée ; aussi les faisceaux gemmaires sont-ils ordinairement réduits au nombre de six à chaque nœud : les deux internes, plus gros, accompagnent le M dans la tige ; les quatre externes, plus petits, restent à la périphérie (fig. 41). Les uns et les autres descendent la longueur de 8 entre-nœuds. L'insertion des cymes florifères appartient donc au même type que celle des rameaux feuillés, mais elle se fait par un petit nombre de faisceaux qui demeurent individualisés dans une grande étendue.

En résumé, la structure de l'axe de l'inflorescence est caractérisée par l'extrême réduction des traces foliaires composées chacune d'un seul faisceau (M), et par l'importance relativement plus grande des traces gemmaires constituées chacune de plusieurs gros faisceaux internes et de plusieurs petits périphériques, tous indépendants dans la longueur de plusieurs entre-nœuds [1].

---

[1] Ces caractères ont été signalés dans la hampe du *Chlorophytum elatum* (9, pp. 25 et suiv.) et se retrouveront probablement dans la plupart des axes d'inflorescence.

Toutefois cette caractéristique n'est bien établie que dans la portion spiciforme de l'axe de l'inflorescence, la portion paniculée formant la transition entre la région végétative de la tige et la région florifère terminale.

CHAPITRE II

ACCROISSEMENT DIAMÉTRAL SECONDAIRE

Aux dépens du méristème qui termine la tige prennent naissance des îlots de procambium séparés les uns des autres par du tissu fondamental. En se différenciant, ces îlots de procambium deviennent des faisceaux foliaires, gemmaires ou anastomotiques. Dans chacun de ces faisceaux, un arc cambial engendre une petite quantité de bois secondaire et de liber secondaire. En même temps, les cellules du tissu fondamental s'agrandissent notablement et se cloisonnent dans diverses directions. Il en résulte un certain accroissement du diamètre de la tige. Dans le cas qui nous occupe, cet accroissement est limité parce que le cambium des faisceaux devient bientôt inactif et parce que les cellules du tissu fondamental cessent de grandir et de se diviser.

Dans les Amarantacées, comme dans plusieurs familles voisines, la partie inférieure de la tige, l'hypocotyle et la racine principale sont le siège d'un développement de tissus secondaires qui s'opère suivant un mode très particulier. C'est ce développement que nous avons étudié dans notre *Amarantus caudatus*, en comparant les coupes pratiquées au milieu de l'entre-nœud [1] d'un certain nombre de tiges principales de plus en plus âgées. Nous avons choisi ce niveau parce qu'il est facile à préciser et parce que c'est en cet endroit que la tige subit le plus fort accroissement diamétral secondaire.

1. — TIGE.

Lorsque la tige d'une plantule mesure 3 centimètres environ de longueur, les quatre premières feuilles étant développées, la section transversale de l'entre-nœud [1] montre les faisceaux

foliaires et les faisceaux anastomotiques complètement différenciés; à la périphérie du cylindre central se trouvent de petits faisceaux procambiaux dans lesquels on reconnaît des cellules libériennes et l'apparition du cambium (fig. 43, pl. X). Ce sont les faisceaux gemmaires externes dont la différenciation est assez tardive. Dans la figure 43, comme dans les suivantes, les cellules du phlœoterme sont marquées d'une petite croix [1].

Dans une plante un peu plus âgée, on constate un premier recloisonnement tangentiel des cellules sous-phlœotermiques situées entre les faisceaux gemmaires (fig. 44) [2].

Des recloisonnements semblables se produisent plusieurs fois dans les mêmes cellules (fig. 45). Un peu plus tard, le même phénomène se manifeste aussi entre le liber des faisceaux gemmaires et le phlœoterme (fig. 46).

Ainsi se constitue une zone génératrice circulaire et continue qui fonctionne comme un cambiforme en produisant vers l'intérieur un peu de parenchyme que nous désignerons sous le terme de « tissu fondamental secondaire » (Tf^2) [3].

Plus tard, certaines cellules du cambiforme se cloisonnent plus fréquemment, deviennent plus petites et plus nombreuses.

---

(1) Sous le nom de *phlœoterme*, M. Ed. Strasburger (22, p. 484) a désigné l'assise la plus profonde de l'écorce, quels que soient ses caractères histologiques; il a proposé de réserver le terme *endoderme* pour les couches cellulaires pourvues de bandes radiales cutinisées, couches qui peuvent provenir de tissus différents au point de vue morphologique.

(2) Par *assise sous-phlœotermique*, nous entendons l'assise la plus extérieure du cylindre central de la tige, celle qu'on désigne souvent sous le nom de *péricycle*. Nous n'employons pas ce dernier terme parce qu'il n'est pas démontré que l'assise dont il s'agit soit réellement l'homologue du péricycle des racines.

(3) Avec M. Eg. Bertrand, nous désignons par le terme *cambiforme*, les zones génératrices secondaires dont les éléments se transforment en tissus dépourvus de vaisseaux et de cellules grillagées. Le terme *cambium* est réservé aux zones génératrices secondaires produisant du bois et du liber secondaires. Pour plus de détails, voir mémoire sur l'Urtica (6, pp. 30 et suiv.).

Des arcs de cambium prennent ainsi naissance çà et là vers la périphérie du cylindre central de la tige [1]. La figure 47 montre du côté gauche un arc cambial (C*b.*) intercalé dans la zone cambiforme (C*bf.*); à droite, au-dessous, on trouve un faisceau gemmaire externe (G*e.*).

Les arcs cambiaux intercalés dans le cambiforme produisent extérieurement du liber secondaire et intérieurement du bois secondaire. Il en résulte des massifs libéro-ligneux secondaires situés un peu en dehors des faisceaux gemmaires externes. La figure 48 montre, à gauche, une portion d'un massif libéro-ligneux secondaire; les faisceaux gemmaires externes ne sont pas visibles dans ce dessin parce qu'ils sont situés plus profondément dans la tige.

Les massifs libéro-ligneux secondaires ne se développent pas indéfiniment : dès que l'activité de leur cambium se ralentit, des cloisonnements tangentiels se manifestent en dehors de leur liber. La zone cambiforme est ainsi reportée vers l'extérieur; elle pourra, en certains points, former plus tard des arcs cambiaux producteurs de nouveaux massifs libéro-ligneux secondaires. Elle produira aussi du tissu fondamental secondaire interposé entre les nouveaux massifs conducteurs secondaires.

Le déplacement vers l'extérieur de la zone génératrice se voit clairement dans la figure 49, qui reproduit partiellement deux massifs libéro-ligneux secondaires. Dans celui de gauche, l'arc cambial est en pleine activité (les cloisons nouvelles indiquées en pointillé sont nombreuses); dans celui de droite, l'arc cambial, au contraire, va bientôt cesser de fonctionner (les cloisons nouvelles sont peu nombreuses). En outre, en dehors du liber à droite, on constate un recloisonnement cambiforme qui n'existe pas encore à gauche.

On peut donc dire qu'à l'endroit représenté par la figure 49 et au moment où la coupe a été faite, la zone génératrice sautait

---

[1] L'*Urtica dioica* présente aussi de nombreux exemples de la transformation locale du cambiforme en cambium (6, p. 33).

en arrière. Si la plante avait été laissée en vie, le même saut se serait produit un peu plus tard derrière le liber situé à gauche dans la figure.

Les mêmes phénomènes se répétant à diverses reprises, plusieurs cercles de massifs libéro-ligneux secondaires se manifesteront. A la vérité, ces cercles ne sont pas bien réguliers ni bien concentriques, parce que la zone génératrice nouvelle n'est pas complète d'emblée : elle n'embrasse d'abord qu'une partie de la circonférence et ne s'étalle que graduellement. C'est en se déplaçant vers l'extérieur par petits sauts successifs que la zone génératrice laisse, en dedans d'elle, des cercles plus ou moins concentriques de massifs libéro-ligneux secondaires dont l'arc cambial est éteint (¹).

On peut se rendre compte de ce qui vient d'être dit par l'examen de la planche XIII, qui montre trois portions exactement comparables de coupes faites dans l'entre-nœud ¹ de plantes d'âge différent.

Dans l'entre-nœud ¹ d'une tige très jeune encore (fig. 50), on voit les faisceaux foliaires (*i* M *i*)³ entre les faisceaux anastomotiques A et les faisceaux gemmaires externes G*e*; le cambiforme n'existe pas encore.

Dans la figure 51 correspondant à une tige presque adulte, on retrouve les mêmes faisceaux, plus une série de massifs libéro-ligneux secondaires issus de la zone génératrice en partie cambiforme, en partie cambiale. Au delà de cette zone généra-

---

(¹) Les auteurs désignent généralement sous les noms de *faisceaux secondaires* ou de *faisceaux surnuméraires*, ce que nous avons nommé ici *massifs libéro-ligneux secondaires*. Il nous a paru nécessaire d'exprimer nettement la différence qui existe entre les faisceaux véritables et les massifs dont il s'agit.

Les faisceaux proviennent de la différenciation libéro-ligneuse d'îlots de procambium. Les massifs libéro-ligneux secondaires, au contraire, sont engendrés par des arcs de cambium sans état procambial préalable. Dans l'Amarante, les arcs cambiaux prennent naissance au sein d'une zone génératrice périphérique cambiforme.

trice, on aperçoit une deuxième zone génératrice qui n'existe qu'en certains endroits seulement.

Enfin, dans l'entre-nœud [1] d'une très vieille tige (fig. 52), il y a trois ou quatre cercles de massifs libéro-ligneux secondaires.

On peut, en outre, constater dans la figure 52 que l'accroissement diamétral de la tige de l'Amarante résulte, pour une part notable, de l'agrandissement et du recloisonnement diffus de toutes les cellules du tissu fondamental interfasciculaire, comme nous l'avons dit en commençant ce chapitre. En comparant les trois figures de la planche XIII, on verra que l'espace compris entre les faisceaux (*i* M *i*)[3] et les faisceaux G. *e.* augmente considérablement avec l'âge, surtout si l'on tient compte que la figure 50 est reproduite à un grossissement triple de celui des deux autres figures.

2. — HYPOCOTYLE ET RACINE.

Dans l'hypocotyle et dans la portion épaissie de la racine principale, les tissus secondaires sont plus développés encore que dans le bas de la tige principale. A l'endroit le plus épais de la racine, il y a souvent cinq ou six cercles assez réguliers de massifs libéro-ligneux secondaires séparés par du tissu fondamental secondaire dont les cellules très agrandies et étirées renferment d'abondantes réserves alimentaires (fig. 58).

Les figures 53 à 58 représentent au même grossissement six niveaux échelonnés dans une même racine. En comparant ces figures en commençant par la figure 53 (qui correspond au stade le plus jeune), on pourra aisément se rendre compte du mécanisme de la formation des zones génératrices successives et de la production des massifs libéro-ligneux secondaires. Ce mécanisme, chez l'Amarante, est le même dans la tige, l'hypocotyle et la racine.

La zone cambiforme prend naissance, après la décortication du parenchyme cortical, dans le péricycle recloisonné (C*bf.* de la fig. 53). Elle ne tarde pas à produire du tissu fondamental secondaire. Bientôt aussi des arcs cambiaux apparaissent dans la

zone cambiforme : il en résulte un premier cercle de massifs libéro-ligneux secondaires (fig. 54). Le déplacement de la zone génératrice en partie cambiforme et en partie cambiale se manifeste aux stades suivants (fig. 55 à 58). En même temps, les cellules du tissu fondamental secondaire se sont considérablement agrandies et ont amené la tubérisation de la racine; en comparant les figures 57 et 58, on remarquera combien les massifs libéro-ligneux secondaires les plus profonds se sont écartés les uns des autres à une époque relativement tardive.

3. — TRAJET DES MASSIFS LIBÉRO-LIGNEUX SECONDAIRES.

Il nous reste à indiquer l'extension des massifs libéro-ligneux secondaires et la forme de leur trajet.

Lorsque la plante est adulte, la zone génératrice s'étend dans toute la région végétative de la tige et dans les forts rameaux feuillés, mais elle ne pénètre pas dans l'axe de l'inflorescence. Elle règne aussi dans l'hypocotyle, la racine principale et les racines insérées sur celle-ci lorsqu'elles sont suffisamment développées. Son activité maxima réside dans la partie la plus renflée de la racine, l'hypocotyle et le segment [1]; elle va en diminuant de là jusqu'au segment qui porte la dernière feuille (ordinairement le segment 24 ou 25).

Les massifs libéro-ligneux secondaires ont, dans la tige, un trajet presque rectiligne; ils sont donc à peu près parallèles, mais ils échangent entre eux de loin en loin des anastomoses plus ou moins obliques. Ces massifs conducteurs n'ont aucun rapport direct avec les faisceaux foliaires et les faisceaux anastomotiques, mais nous croyons qu'ils ont d'assez nombreux points de contact avec les faisceaux gemmaires externes. Ils assurent ainsi une circulation facile de l'eau des racines vers les rameaux.

(¹) Dans tous les dessins d'ensemble annexés à ce travail, les massifs libéro-ligneux secondaires sont figurés en noir (pl. I, II, III, VII, VIII, XIII et XIV). On remarquera l'absence complète de ces massifs dans l'axe de l'inflorescence (pl. IX).

HISTORIQUE

Depuis longtemps déjà, la structure de la tige des Amarantacées, Chénopédiées, Nyctaginées, etc., est considérée comme anomale tant au point de vue de la disposition et du parcours des faisceaux, qu'à celui de l'accroissement secondaire.

1. — *Disposition et parcours des faisceaux.*

La coupe transversale montre généralement un grand nombre de faisceaux éparpillés de telle sorte que les plus gros sont les plus rapprochés du centre, les plus petits, au contraire, les plus voisins de l'écorce. On y a décrit des faisceaux médullaires et des faisceaux périphériques, ces derniers affectant souvent la disposition de cercles concentriques plus ou moins réguliers.

Le parcours des faisceaux a été très peu étudié chez les Amarantacées. Dans l'*Amarantus caudatus* et l'*A. retroflexus*, de Bary (**1**, p. 259) a vu les faisceaux se séparer les uns des autres en passant du pétiole dans la tige : quelques-uns, dit-il, se disposent en anneau, tandis que les autres pénètrent profondément dans la moelle, le médian de chaque trace foliaire paraissant se rapprocher le plus du centre. Les faisceaux d'une même trace restent rapprochés en un groupe, traversent plusieurs entre-nœuds dans leur trajet descendant, puis se réunissent. Aucune figure n'accompagne ce court énoncé. de Bary ajoute que de nouvelles recherches devraient être entreprises en vue de mieux connaître ce parcours.

M. Van Tieghem (**24**, p. 757) n'est pas plus explicite. Il fait cependant un rapprochement entre l'organisation de la tige des Amarantes et celle des *Papaver, Actæa, Cimicifuga, Thalictrum* dont la tige présente, en section transversale, deux ou trois

cercles concentriques irréguliers. Ce rapprochement ne nous paraît pas justifié. Le parcours des faisceaux du *Thalictrum flavum*, bien élucidé par les recherches de MANSION (15), appartient en effet à un tout autre type : Dans l'*Amarantus*, chaque trace foliaire forme un groupe distinct, assez étroit, qui se place à côté de groupes analogues sans se mêler à eux; dans le *Thalictrum*, au contraire, chaque trace foliaire forme un cercle qui embrasse toute la tige et interpose ses faisceaux entre les faisceaux des traces précédentes.

M. G. FRON (4, p. 157) a fait quelques observations relatives au parcours des faisceaux dans plusieurs genres de Chénopodiées. Malheureusement, il s'est borné aux premiers segments de la tige principale de jeunes plantules en germination, de sorte qu'on ne peut pas se faire une idée du parcours des faisceaux dans la tige des plantes de cette famille.

2. — *Accroissement secondaire de la tige et de la racine.*

L'accroissement diamétral secondaire des axes dans les Amarantacées, Chénopodiées, Nyctaginées, etc., résulte, en partie, de la production de massifs libéro-ligneux qui apparaissent successivement, deviennent nombreux et sont habituellement rangés en cercles concentriques plus ou moins réguliers. Le mécanisme de cette production a préoccupé beaucoup d'anatomistes et a été diversement compris.

Les recherches de Unger, Link, Nägeli, Gernet, Regnault, Sanio, Pinger, etc., relatives à cette question, ont conduit DE BARY (1, p. 607) à distinguer quatre cas ainsi caractérisés :

Dans le premier (racines de Chénopodiacées et d'Amarantacées, tige de *Phytolacca*, etc.), il se forme successivement et en direction centrifuge plusieurs anneaux de cambium, dont chacun forme un cercle de faisceaux vasculaires distincts [1]. —

---

[1] Il est bien entendu que dans cet exposé historique, nous employons les termes dont les auteurs se sont servis, en conservant à ces termes le sens qu'ils leur donnaient.

Dans un deuxième cas (tiges de Nyctaginées, d'Amarantacées et de quelques Chénopodiacées), un anneau de cambium extrafasciculaire reste continuellement actif et forme, à sa face interne, alternativement un faisceau vasculaire collatéral et du tissu conjonctif. — Dans le troisième et le quatrième cas (racine de *Mirabilis* d'une part, tige de quelques *Chenopodium* d'autre part), se réalisent des dispositions intermédiaires entre les deux premières.

M. Van Tieghem, dans la première édition de son *Traité de Botanique*, en 1884, ne distingue que deux cas (pp. 721, 723 et 797) : 1° Dans la racine des Chénopodiées et notamment dans la Betterave, des méristèmes tertiaires successifs produisent chacun un cercle de faisceaux libéro-ligneux tertiaires séparés par des rayons d'écorce tertiaire; le liber de ces faisceaux est formé en dehors de la zone génératrice, le bois en dedans; 2° Dans la racine du *Mirabilis*, au contraire, comme dans la tige des Chénopodiées, Amarantacées, Nyctaginées, etc., une seule assise génératrice donne naissance extérieurement à du parenchyme centripète, et intérieurement à du parenchyme centrifuge entremêlé de faisceaux libéro-ligneux secondaires. L'auteur insiste sur ce point, que l'assise génératrice engendre à la fois du liber et du bois sur sa face interne.

M. L. Morot (16, pp. 241, 246, 276, 279, 283, etc) établit, le premier, que le développement des faisceaux surnuméraires qui nous occupent ici suit partout une marche uniforme. Dans les racines, comme dans les tiges des plantes appartenant aux familles citées plus haut, plusieurs zones génératrices apparaissent successivement et produisent chacune du bois par leur face interne en même temps que du liber par leur face externe. Ces faisceaux collatéraux sont séparés par des rayons assez étroits de tissu conjonctif. Quant aux différences assez notables que l'on constate à l'état adulte, elles proviennent d'une part de l'agencement variable des zones génératrices successives, d'autre part de la sclérification plus ou moins rapide et plus ou moins complète du tissu conjonctif. Il est à noter aussi que les méristèmes consécutifs peuvent n'être point concentriques, mais anastomosés en

réseau à mailles plus ou moins étroites suivant que leurs points de contact sont plus ou moins nombreux.

Ainsi fut corrigée une grave erreur commise par les anciens anatomistes et consignée dans les Traités généraux de de Bary et de Van Tieghem. Il est maintenant établi que les massifs libéro-ligneux secondaires ne sont jamais engendrés tout entiers à la face interne de la zone génératrice surnuméraire : le bois est formé en dedans et le liber en dehors, comme dans le cas d'un cambium normal. Plusieurs zones génératrices semblables peuvent prendre naissance successivement en ordre centrifuge. D'autres fois les portions de la zone génératrice qui relient entre eux les massifs libéro-ligneux secondaires conservent leur activité, mais les arcs combiaux entre bois et liber s'éteignent toujours assez rapidement. Des ponts de méristème extralibériens se forment alors et rétablissent la continuité de la zone génératrice. C'est ce phénomène mal compris qui a fait croire à l'existence d'une seule assise génératrice produisant bois et liber à sa face interne.

Le texte du mémoire de M. Morot est d'une clarté parfaite, mais on peut regretter que les figures qui l'accompagnent, généralement trop partielles, ne soient pas suffisamment démonstratives.

Incidemment, l'auteur a montré aussi qu'il n'y a pas lieu d'attacher grande importance à la distinction entre les faisceaux dit secondaires et les faisceaux qualifiés de tertiaires. Nous partageons son avis (1).

M. J. Hérail, dans ses recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones (**11**, p. 245), a fait sur d'autres espèces des constatations qui confirment pleinement les observations de M. Morot.

Les résultats remarquables obtenus par MM. Morot et Hérail ont été admis par M. Van Tieghem, qui en a tenu compte dans la deuxième édition de son *Traité de Botanique* (pp. 728 et 825).

(1) Voir plus loin, p. 36 : « Pour la même raison... tissu fondamental primaire ».

M. G. Fron, dans son étude de la racine, de l'hypocotyle et de la tige des Chénopodiacées (4), a eu l'occasion de contrôler et d'étendre encore les données nouvelles. Ce mémoire ne s'occupant pas des Amarantacées, ne doit pas être analysé ici; nous nous bornerons à signaler un bon dessin montrant clairement le déplacement de l'assise génératriee par rapport au massif libéro-ligneux secondaire déjà formé dans la tige du *Chenopodium album* (4, pl. 7, fig. 5).

Dans ses recherches sur l'appareil conducteur de la tige et de la feuille des Nyctaginées (5), M. F. Gidon a exposé des considérations d'anatomie générale dont nous aurons à nous occuper dans la suite de cet exposé historique.

Dans leur cours de Botanique (3, pp. 229, 376, 985), MM. G. Bonnier et Leclerc du Sablon consignent également les résultats acquis en prenant comme exemples la tige et la racine de Betterave : dans la première, une même assise génératrice se déplace en formant des boucles en dehors des massifs libériens; dans la seconde, plusieurs assises génératrices distinctes se produisent successivement. Entre ces deux types, il existe des intermédiaires chez les Chénopodiées, les Amarantacées et les Nyctaginées.

Quelques auteurs allemands conservent trop fidèlement la tradition de l'œuvre vénérable, mais un peu ancienne déjà, de de Bary. C'est ainsi que M. H. Schinz, dans sa monographie des Amarantacées écrite pour les *Pflanzenfamilien* de A. Engler et K. Prantl (20, p. 92), renseigne l'existence de plusieurs zones concentriques de faisceaux conducteurs plus ou moins régulièrement rangés. Le mode de formation de ces faisceaux, ajoute-t-il, a été trop peu étudié : d'après de Bary et Volkens, ils se développeraient comme dans les Chénopodiacées à tiges anomales.

M. H. Solereder, dans son anatomie systématique des Dicotylédones (21, p. 734), dit que chez les Amarantacées les faisceaux vasculaires rangés concentriquement sont produits par plusieurs méristèmes secondaires formés successivement, tandis qu'une disposition irrégulière des faisceaux provient de ce que ceux-ci pénètrent en dedans du méristème.

M. F. Pax, en 1904, maintient plus nettement encore l'erreur

de de Bary : il admet deux cas, celui de plusieurs anneaux de cambium secondaire successifs et celui d'un seul anneau de cambium restant toujours actif; ce dernier produirait vers l'intérieur des faisceaux vasculaires collatéraux.

Nous nous plaisons à reconnaître que M. Ed. Strasburger, dans son beau *Traité de Botanique* (**23**, p. 115), a supprimé les choses erronées que nous rappelons ici, mais nous regrettons son extrême concision. Il se borne à énoncer que plusieurs anneaux de cambium peuvent prendre naissance successivement et que chacun d'eux produit du bois vers l'intérieur et du liber vers l'extérieur.

Dans la dernière édition de son *Anatomie physiologique*, M. G. Haberland a rendu un compte très exact des découvertes de Morot et de Hérail (**10**, p. 601).

3. — *Lieu de formation des zones génératrices surnuméraires.*

Dans le relevé bibliographique qui précède, nous avons négligé de préciser les tissus dans lesquels s'établissent les zones génératrices successives. Ce point doit maintenant retenir notre attention.

C'est à M. L. Morot que l'on doit les premières notions exactes en cette matière. Il a constaté que la première zone génératrice surnuméraire s'établit soit dans le péricycle, soit dans un parenchyme secondaire qui en dérive. Les zones génératrices ultérieures, tantôt complètes, tantôt réduites à l'état de ponts ou de boucles extralibériennes, apparaissent toujours dans le parenchyme secondaire ou tertiaire formé à l'extérieur de la zone génératrice surnuméraire précédente.

Cette explication a été généralement admise. Seul, à notre connaissance, M. F. Gidon (**5**, pp. 31, 78, 82) l'a rejetée en soutenant que les recloisonnements qui aboutissent à la constitution de l'anneau générateur se produisent dans les cellules d'un pseudo-péricycle existant au dos des faisceaux. Ce pseudo-péricycle provient : 1° des éléments procambiaux qui peuvent persister en dehors des tubes libériens externes; 2° de ces tubes

libériens eux-mêmes, lorsqu'ils viennent à perdre leur différenciation spécifique.

Nous attachons, quant à nous, peu d'importance à la question de la détermination précise des éléments anatomiques qui, dans chaque cas particulier, sont le siège d'un recloisonnement générateur. Tout tissu vivant peut, dans certaines circonstances, manifester une telle activité. Nous pensons que les plantes appartenant à des familles notablement différentes ou à des espèces d'une même famille, mais vivant dans des conditions plus ou moins spécialisées, peuvent présenter à ce point de vue une certaine diversité.

Pour la même raison, nous croyons inutile la distinction qu'on voudrait établir entre les tissus secondaires, les tissus tertiaires, les tissus quaternaires, etc. Quel que soit le lieu de leur apparition, les arcs cambiaux fonctionnent toujours de la même manière et leurs produits peuvent, par opposition aux faisceaux dérivés du procambium, recevoir partout le nom de massifs libéro-ligneux secondaires. Quant aux portions de zone génératrice qui n'engendrent ni bois ni liber, mais du parenchyme, etc., nous les nommons cambiformes avec M. Eg. Bertrand. Les tissus produits par le cambiforme appartiennent au tissu fondamental secondaire, par opposition au tissu fondamental primaire.

Nous nous refusons aussi à admettre la nomenclature si peu justifiée, nous semble-t-il, que M. F. Gidon emploie dans son mémoire sur la tige et la feuille des Nyctaginées (**5**, pp. 31, 109, etc.). Pour lui, la zone de recloisonnement périphérique, qui donne naissance aux faisceaux dits surnuméraires, n'est pas une zone génératrice secondaire, mais du « procambium ». Par suite, les faisceaux périphériques surnuméraires ne sont pas des faisceaux secondaires, mais des « faisceaux primaires tardifs ».

Ce qui a pu, croyons-nous, être pour M. Gidon une cause d'erreur non soupçonnée, c'est le fait que chez certaines Dicotylées le stade procambial est réellement difficile à saisir, tant est précoce l'apparition de la zone génératrice secondaire normale et des zones génératrices surnuméraires. Bien loin d'admettre un grand développement du procambium chez les Nyctaginées

et les familles voisines, nous croyons que le procambium et le cambium des faisceaux y ont subi une forte réduction et qu'ils sont remplacés physiologiquement par des zones génératrices secondaires très actives apparaissant très tôt.

Au surplus, les massifs libéro-ligneux secondaires que M. Gidon considère comme faisceaux primaires tardifs, sont dépourvus de trachées et dès lors leur caractère secondaire peut être reconnu par un simple examen fait à l'état adulte.

Remarquons enfin que le fonctionnement de la prétendue couronne procambiale de M. Gidon, tel qu'il ressort du mémoire que nous analysons, est bien celui d'une zone génératrice secondaire qui conserve son activité dans les parties conjonctives, mais qui s'éteint dans les parties comprises entre bois et liber, pour réapparaître en dehors à l'aide d'un pont ou d'une boucle (1).

---

(1) Il me sera sans doute permis d'exprimer ici le profond étonnement que j'ai éprouvé en lisant le passage suivant, à la page 25 du mémoire de M. Gidon : « Tout récemment encore, M. Gravis, dans son travail sur les *Tradescantia*, émettait l'opinion que ces faisceaux périphériques étaient peut-être des formations d'une nature toute particulière, et réellement *propres à la tige*, sans relation avec les feuilles ».

Ce que je me suis efforcé de démontrer dans mon mémoire sur le *Tradescantia*, c'est précisément tout le contraire ! Le § 11 de mes conclusions (8, p. 251) ne peut laisser aucun doute à cet égard. Le voici textuellement : « Les faisceaux considérés comme propres à la tige par les auteurs allemands sont formés par l'union des extrémités inférieures des faisceaux foliaires externes : ce sont réellement des anastomotiques externes, comme le démontre le parcours dans la tige adulte et surtout dans le sommet végétatif étudié par des coupes transversales successives. »

Sans vouloir justifier à nouveau cette affirmation si catégorique, je rappellerai qu'on s'accorde généralement à faire des Commélinées l'un des types principaux de l'organisation des Monocotylées. Falkenberg et de Bary ont caractérisé ce type par l'existence de faisceaux périphériques propres à la tige et, par le fait qu'après avoir pénétré dans la région centrale, les faisceaux foliaires s'y anastomosent sans revenir vers l'extérieur. Je crois avoir montré par des preuves tirées du parcours des faisceaux et du développement des tissus que les faisceaux périphériques du *Tradescantia* ne

4. — *Comparaison avec les Monocotylées.*

L'aspect que présente la coupe transversale de la tige chez les Chénopodiées, Amarantacées, Nyctaginées, etc., a suggéré à quelques auteurs l'idée d'un rapprochement à faire entre l'organisation de ces plantes et celle des Monocotylées. La ressemblance, vaguement signalée d'ailleurs, se résume dans le grand nombre de faisceaux et la disposition éparpillée qui en est la conséquence. On conviendra que ce caractère est bien peu important : si les Dicotylées arborescentes ont généralement peu de faisceaux, il ne faut pas oublier que les Dicotylées herbacées en renferment souvent un nombre assez élevé (certaines Renonculacées, Ombellifères, Rosacées, Composées, etc.).

M. F. Gidon a voulu, semble-t-il, préciser les affinités supposées entre les Cyclospermées et les Monocotylées en cherchant à établir un rapprochement entre la formation des faisceaux périphériques des Nyctaginées et l'apparition tardive des faisceaux externes dans la tige de certaines Monocotylées capables de manifester un accroissement diamétral secondaire. « En réalité, dit-il, une tige de *Mirabilis* diffère peu, en somme, d'une tige de Monocotylée. » (**5**, p. 21.)

Nous ne pouvons partager cette opinion. La zone génératrice périphérique des *Dracæna*, etc., est un périméristème [1] produisant vers l'intérieur des ilots de procambium séparés par du tissu fondamental secondaire; ces ilots se différenciant en bois et

---

sont nullement « propres à la tige »; ce sont en réalité des « faisceaux anastomotiques externes », c'est-à-dire les sympodes formés par la réunion des parties inférieures des foliaires externes.

Au surplus, les faisceaux périphériques du *Tradescantia* n'ont rien de commun avec les massifs libéro-ligneux secondaires des Chénopodiées, Amarantacées et Nyctaginées. Cela me dispense d'en parler plus longuement ici. A. G.

[1] Au sujet du méristème, du périméristème et autres tissus générateurs, voir mémoire sur le *Tradescantia* (**8**, pp. 120 et surtout 124).

liber deviennent de véritables faisceaux. Au contraire, la zone génératrice périphérique des Nyctaginées, etc., est un cambiforme produisant du tissu fondamental secondaire et se transformant localement en arcs cambiaux : ceux-ci engendrent un peu de bois secondaire *en dedans* et un peu de liber secondaire *en dehors*. De là la production de massif libéro-ligneux secondaires nullement comparables aux faisceaux tardifs des *Dracæna*, mais comparables aux tissus conducteurs secondaires normaux des Dicotylées.

A d'autres points de vue (agencement des traces foliaires, fonctionnement du cambium intrafasciculaire, insertion des feuilles, etc.), bien des différences seraient à signaler entre les Cyclospermées et les Monocotylées.

Nous n'avons pas à nous y arrêter ici.

RÉSUMÉ

La structure de la tige de l'Amarante et vraisemblablement de beaucoup de genres appartenant aux familles des Amarantacées, Chénopodiées, etc., nous semble caractérisée par deux faits principaux : d'une part, la composition, la forme et l'agencement des traces foliaires et des traces gemmaires; d'autre part, le mécanisme de l'accroissement diamétral secondaire.

I. — COMPOSITION ET FORME D'UNE TRACE FOLIAIRE.

La trace foliaire la plus complète, correspondant à la feuille la plus ample, comprend 11 faisceaux et peut se formuler de la façon suivante :

$$m''m'm\ \mathbf{L}\ i\ \mathbf{M}\ i\ \mathbf{L}\ m\ m'm''$$

(Figure 7, coupe dans le nœud [13] au niveau de l'insertion de la feuille : les 11 faisceaux qui passent de la feuille dans la tige sont pointillés.)

Dès qu'ils ont pénétré dans la tige, les faisceaux foliaires se disposent en zigzag de telle façon que les plus gros (L M L) sont les plus rapprochés du centre de la tige, tandis que les autres en sont d'autant plus éloignés qu'ils sont plus petits (fig. 8 : coupe au milieu de l'entre-nœud [13]).

Dans leur parcours descendant les foliaires s'unissent les uns après les autres aux faisceaux anastomotiques voisins : la trace foliaire se réduit ainsi graduellement de la manière suivante :

$$m'm\ \mathbf{L}\ i\ \mathbf{M}\ i\ \mathbf{L}\ m\ m'$$
$$m\ \mathbf{L}\ i\ \mathbf{M}\ i\ \mathbf{L}\ m$$
$$\mathbf{L}\ i\ \mathbf{M}\ i\ \mathbf{L}$$
$$i\ \mathbf{M}\ i$$
$$\mathbf{M}$$

(Figures 9, 10, 11 : coupes dans les entre-nœuds [12], [10] et [9].)

L'angle phyllotaxique étant égal à $^2/_5$, cette réduction de la

trace foliaire est réalisée dans l'étendue de cinq segments : les faisceaux *m''* ont un trajet très court; les faisceaux *m'*, *m*, L, *i* et M ont un trajet de plus en plus long; le faisceau M seul dépasse un peu la longueur de 5 entre-nœuds. (Fig. 13 : parcours des faisceaux d'une trace foliaire vue de face; fig. 14 : parcours de la moitié d'une trace foliaire vue de profil.)

Aux feuilles plus petites situées au-dessous et au-dessus de celle dont nous venons de nous occuper, correspondent des traces foliaires formées d'un nombre moins grand de faisceaux. La feuille ¹, qui est la plus petite, ne donne à la tige que 3 faisceaux : L M L (fig. 30); les autres feuilles lui en donnent 5, 7, 9 ou 11. La longueur des foliaires dans la tige est notablement plus longue quand l'angle phyllotaxique égale $^3/_8$ que lorsqu'il mesure $^2/_5$.

Quel que soit le nombre des faisceaux dont elle est composée, la trace foliaire affecte toujours la forme en zigzag (fig. 30, 31, 32, 35, 36, 37).

Les bractées n'ont qu'un seul faisceau très longuement descendant dans l'axe de l'inflorescence (fig. 40, 41, 42).

II. — COMPOSITION ET FORME D'UNE TRACE GEMMAIRE.

La trace gemmaire la plus complète correspond au rameau inséré dans l'aisselle de la feuille la plus ample. Les faisceaux qui passent de ce rameau dans la tige mère et que nous appelons gemmaires, sont les uns internes, les autres externes (fig. 4 et 5 : les faisceaux gemmaires sont hachurés).

Les gemmaires internes, plus gros, pénètrent assez profondément dans la tige et forment deux groupes, un de chaque côté du foliaire médian; en descendant, ils se rapprochent des faisceaux anastomotiques voisins et se confondent avec eux après avoir parcouru la longueur d'un entre-nœud environ (G. *i.* dans les fig. 7 et 8).

Les gemmaires externes, plus petits, restent à la périphérie de la tige mère, se disposent en un arc de cercle qui, avec d'autres arcs semblables, constitue un cercle complet (G. *e.* dans les fig. 7

et 8). Ils ont un trajet libre de la longueur de cinq entre-nœuds; ils se terminent dans la moitié supérieure du nœud situé exactement au-dessous de celui où le rameau est inséré. Ils s'unissent là aux faisceaux anatosmotiques les plus externes (fig. 13 et 14: les gemmaires sont représentés en traits interrompus).

Toutes les traces gemmaires ont la même constitution, dans l'axe de l'inflorescence (fig. 40 et 41) aussi bien que dans la portion végétative de la tige, mais le nombre et la longueur des faisceaux gemmaires sont variables. Le nombre est en rapport avec le diamètre du rameau : il est maximum dans l'aisselle de la feuille la plus ample, minimum dans l'aisselle des bractées de la partie spiciforme de l'inflorescence. La longueur des gemmaires internes est toujours assez courte, sauf dans la partie spiciforme de l'inflorescence; celle des gemmaires externes dépend de l'angle phyllotaxique, puisque ces faisceaux se terminent au nœud situé exactement en dessous du nœud d'entrée : soit 5 entre-nœuds dans le cas d'un angle égal à $^2/_5$, 8 entre-nœuds lorsque l'angle égale $^3/_8$.

III. — AGENCEMENT DES TRACES FOLIAIRES ET DES TRACES GEMMAIRES.

Les faisceaux foliaires perdent leur individualité en s'unissant à un faisceau voisin : les sympodes ainsi constitués sont les faisceaux anastomotiques. Certains d'entre ces derniers reçoivent aussi les faisceaux gemmaires internes, d'autres les gemmaires externes. Les anastomotiques sont d'autant plus nombreux que les foliaires et les gemmaires sont en plus grand nombre à un niveau donné. (Dans tous nos dessins d'ensemble [fig. 30, 31, 32, 35, 36, 37, 40, 41, etc.] les anastomotiques ont été laissés en blanc; dans les parcours [fig. 13, 14, 42] ils ont été figurés par des traits plus forts.)

Les traces foliaires sont juxtaposées et complètement indépendantes les unes des autres; elles sont séparées par des faisceaux anastomotiques plus ou moins nombreux, disposés en groupes rayonnants. Le nombre des traces foliaires visibles sur

une coupe transversale dépend de la phyllotaxie : il y en a 4 quand les feuilles sont écartées de $^1/_2$ circonférence environ (fig. 30); 5 quand elles sont écartées de $^2/_5$ (fig. 35); 8 quand leur écartement égale $^3/_8$ (fig. 37). Dans la région végétative, chaque section transversale montre ordinairement une ou deux traces foliaires complètes, une ou deux presque complètes, les autres réduites aux faisceaux *i* M *i*.

Contrairement aux traces foliaires qui sont manifestes dans toutes les coupes transversales, les traces gemmaires ne se reconnaissent bien qu'un peu en dessous de chaque nœud. Il faut cependant noter que les gemmaires externes sont reconnaissables à tous les niveaux puisqu'ils constituent un cercle qui occupe la périphérie du cylindre central dans toute l'étendue de la portion végétative de la tige et dans toute l'étendue de l'axe de l'inflorescence. (Ce cercle de faisceaux hachurés est visible dans toutes nos figures.) Les massifs teintés en noir que l'on voit souvent en dehors de ce cercle sont les productions secondaires dont nous allons maintenant nous occuper.

IV. — MÉCANISME DE L'ACCROISSEMENT DIAMÉTRAL SECONDAIRE.

Dans la tige des Amarantes, les faisceaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques) sont assez nombreux et bien distincts; ils sont éparpillés et d'autant plus rapprochés du centre qu'ils sont plus gros. Ils s'accroissent peu, leur cambium étant peu actif. Par contre, une zone génératrice cambiforme circulaire et continue s'établit par le recloisonnement tangentiel des cellules de l'assise sous-phlœotermique (fig. 43, 44, 45). Ce cambiforme produit du tissu fondamental secondaire et se transforme çà et là en petits arcs de cambium (fig. 47). Ceux-ci engendrent du bois secondaire vers l'intérieur et du liber secondaire vers l'extérieur (fig. 48). Il en résulte un cercle de massifs libéro-ligneux secondaires séparés les uns des autres par le tissu fondamental secondaire. (Dans tous nos dessins d'ensemble, les massifs libéro-

ligneux secondaires sont indiqués en noir : pl. I, II, III, VII, VIII, XIII et XIV.)

Lorsque le cambium de ces massifs cesse de fonctionner, des cloisonnements tangentiels cambiformes se manifestent en arrière des massifs libéro-ligneux secondaires (fig. 49). La zone génératrice contournant ainsi les premiers massifs formés saute en arrière et continue à produire du tissu fondamental secondaire en s'éloignant du centre de la tige. De nouveaux arcs cambiaux se montrent bientôt au sein du cambiforme. Ainsi se produisent plusieurs cercles plus au moins concentriques de massifs libéro-ligneux secondaires environnés de tissu fondamental secondaire (fig. 50, 51, 52 : entre-nœud [1] de la tige; fig. 53 à 58 : racine).

Cette structure secondaire s'observe dans la partie épaisse de la racine, dans l'hypocotyle, dans toute la région végétative de la tige et des rameaux; elle fait complètement défaut dans l'inflorescence (fig. 40 et 41).

L'accroissement du diamètre de la tige résulte en partie aussi de l'accroissement des cellules du parenchyme interfasciculaire et de leur recloisonnement dans diverses directions (fig. 50, 51, 52, qui montrent que l'intervalle entre les faisceaux augmente avec l'âge).

Au point de vue fonctionnel, les tissus secondaires de l'Amarante sont comparables à ceux des arbres dicotylés, mais ils en diffèrent morphologiquement, c'est-à-dire par leur genèse et leur conformation à l'état adulte. Dans les arbres, en effet, les faisceaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques) sont peu nombreux et disposés côte à côte; à travers ces faisceaux, il se forme de bonne heure une zone circulaire et continue de cambium qui engendre indéfiniment du bois secondaire en dedans et du liber secondaire en dehors. A l'état adulte, les faisceaux sont difficilement reconnaissables dans le tronc et les branches des arbres, tandis que la couronne de tissus conducteurs secondaires est devenue très épaisse.

D'autre part, l'accroissement diamétral secondaire des Amarantes diffère complètement de celui de certaines Monocotylées

(*Dracœna, Yucca,* etc.) chez lesquelles un périméristème engendre vers l'intérieur du tissu fondamental et des massifs de procambium qui subissent ultérieurement la différenciation libéro-ligneuse ([1]).

A ce propos, il convient de faire remarquer que des tissus totalement différents sont souvent confondus sous des noms trop généraux. Beaucoup d'auteurs se servent du terme « cambium » pour désigner tout tissu générateur secondaire, du terme « faisceau » pour nommer tout massif de bois et de liber, voire même de bois ou de liber.

Nous avons cru devoir, comme dans nos travaux antérieurs, réserver le nom de *cambium* au tissu générateur secondaire produisant du bois secondaire vers l'intérieur et du liber secondaire vers l'extérieur; nous avons appelé *cambiforme* un tissu générateur secondaire produisant d'autres tissus (parenchyme, sclérenchyme, etc.) internes et externes dont l'ensemble forme le tissu fondamental secondaire.

Par *faisceau* nous entendons uniquement un groupe d'éléments ligneux et libériens provenant de la différenciation d'un îlot de procambium, éléments auxquels s'ajoutent, chez les Dicotylées, les produits d'un cambium intrafasciculaire. L'îlot procambial peut dériver directement du méristème terminal, mais il peut aussi provenir d'un périméristème (*Dracœna, Yucca*, etc.) ([2]).

Par *massif libéro-ligneux secondaire*, nous entendons un groupe d'éléments conducteurs engendrés par un arc cambial sans état procambial préalable. Tels sont les massifs existant à la périphérie de la tige de l'Amarante en dehors des faisceaux gemmaires externes. Ces massifs ne peuvent être confondus ni

---

([1]) Voir mémoire sur le *Tradescantia* (8, pp. 120 et suiv., notamment p. 124).

([2]) Nous réservons le nom de *méristème* au tissu générateur qui engendre des faisceaux primaires et du tissu fondamental primaire; le *périméristème* est un tissu générateur qui engendre des faisceaux secondaires et du tissu fondamental secondaire.

avec les faisceaux normaux (foliaires, gemmaires et anastomotiques), ni avec les faisceaux tardifs des *Dracæna*.

V. — TIGE VÉGÉTATIVE ET AXE D'INFLORESCENCE.

Terminons ce résumé en considérant deux coupes caractéristiques.

La coupe pratiquée au milieu de l'entre-nœud [9] (fig. 11) représente l'état moyen de l'organisation de la tige de l'Amarante dans sa région végétative. Nous y remarquons 5 traces foliaires comprenant ensemble 29 faisceaux (pointillés) ; 5 groupes anastomotiques composés de 26 faisceaux en tout (blancs); un cercle de 65 faisceaux gemmaires (hachurés), et enfin une couronne de 160 massifs libéro-ligueux secondaires (en noir).

La coupe pratiquée au milieu de l'entre-nœud [81] (fig. 41) nous fera comprendre l'organisation de la tige de l'Amarante dans sa région florifère. Cette coupe contient 8 traces foliaires, réduites chacune à un seul faisceau (pointillé); 8 faisceaux anastomotiques (blancs); 16 gemmaires internes et 32 gemmaires externes (hachurés). Il n'y a pas de massifs libéro-ligneux secondaires (1).

L'axe de l'inflorescence diffère donc très notablement de l'axe végétatif tant au point de vue du parcours qu'à celui de l'histologie proprement dite. Toutefois, la base de l'inflorescence réalise une structure de transition entre l'organisation de la région végétative et celle de la région purement florifère (fig. 40 : coupe au milieu de l'entre-nœud [25]).

---

(1) Nous négligeons ici trois foliaires et deux gemmaires internes qui sont sur le point de disparaître en se réunissant à des anastomotiques.

CONCLUSIONS

Comparant les résultats de notre travail à ceux de nos devanciers, nous sommes amené à reconnaître les points suivants :

1. — Le parcours des faisceaux dans la tige de l'Amarante semble avoir été complètement méconnu jusqu'ici. Il constitue cependant un type très spécial caractérisé par la forme repliée en zigzag de la trace foliaire, ainsi que par l'agencement des traces foliaires juxtaposées côte à côte et séparées les unes des autres par des groupes de faisceaux anastomotiques.

Les traces foliaires visibles dans une coupe transversale sont normalement au nombre de 5 ou de 8, suivant que l'angle phyllotaxique est égal à $^2/_5$ ou à $^3/_8$. On constatera surtout que les faisceaux d'une trace foliaire ne se placent jamais entre les faisceaux d'une autre trace foliaire, et qu'ils ne s'interposent même pas aux anastomotiques, de telle façon que la tige est constituée par 5 ou 8 secteurs bien distincts.

Les traces gemmaires sont remarquables par la distinction qu'il y a lieu d'établir entre les gemmaires internes, qui ne sont ordinairement visibles que sous les nœuds, et les gemmaires externes, qui forment un cercle de faisceaux périphériques reconnaissables à tous les niveaux.

Le parcours des faisceaux a été bien défini dans un trop petit nombre de plantes pour qu'on puisse, dès maintenant, faire des comparaisons entre l'Amarante et d'autres types.

Nous sommes frappé, quant à nous, des grandes différences que manifestent les traces foliaires et les traces gemmaires du Tradescantia, du Chlorophytum, de l'Amarantus, de l'Urtica, du Thalictrum et de plusieurs autres Renonculacées que nous connaissons bien.

2. — L'accroissement diamétral secondaire dans les Amarantacées et surtout dans les familles voisines a fait l'objet de nombreux travaux. Le mécanisme de cet accroissement a été bien élucidé par M. L. Morot, puis par M. J. Hérail. Il est regrettable que leurs découvertes soient méconnues par les auteurs de quelques ouvrages généraux récents.

Nos recherches, en confirmant celles de MM. Morot et Hérail, nous ont fourni l'occasion de publier des figures suffisamment complètes et détaillées, prises à différents stades de l'accroissement secondaire; ces figures, nous semble-t-il, faisaient défaut jusqu'ici.

Nous avons cherché à attirer de nouveau l'attention des anatomistes sur le mode si curieux du développement secondaire de certains Cyclospermées, développement qui diffère notablement de celui des autres Dicotylées et qui diffère surtout complètement de celui des Monocotylées.

3. — Ce dernier point, controversé encore par des botanistes contemporains, nous a amené à examiner certaines questions d'anatomie générale rendues obscures par une terminologie défectueuse. Nous serions heureux si nos efforts pouvaient déterminer enfin l'adoption d'une nomenclature histologique simple et précise, capable de mettre en évidence des caractères anatomiques aujourd'hui bien constatés, mais souvent dissimulés sous des termes mal appropriés.

BIBLIOGRAPHIE

1. **de Bary, A.**, Vergleichende Anatomie der vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. (*Handbuch der physiologischen Botanik*, de W. Hofmeister, Bd IV. Leipzig, 1877.)

2. **Bertrand, C. Eg.**, Théorie du faisceau. (*Bull. scientif. du département du Nord*, 2e série, 3e année, nos 2, 3 et 4, 1880).

3. **Bonnier, G.**, et **Leclerc du Sablon**, Cours de botanique. Paris, 1901.

4. **Fron, G.**, Recherches anatomiques sur la racine et la tige des Chénopodiacées. (*Ann. sc. natur., botanique*, 8e série, t. IX. Paris, 1899.)

5. **Gidon, F.**, Essai sur l'organisation générale et le développement de l'appareil conducteur dans la tige et dans la feuille des Nyctaginées. (*Mém. Soc. linnéenne de Normandie*, t. XX. Caen, ~~1890.~~) 1900.)

6. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'Urtica dioïca. (*Mém. in-4° de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. XLVII, 1884.)

7. **Gravis, A.**, Fixation au porte-objet des coupes faites dans la celloïdine. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I, 1897.)

8. **Gravis, A.**, Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica. (*Mém. in-4° de l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique*, t. LVII, 1898.)

9. **Gravis, A.**, et **Donceel, P.**, Anatomie comparée du Chlorophytum elatum et du Tradescantia virginica. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. II, 1900.)

10. **Haberlandt, G.**, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

11. **Hérail, J.**, Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones. (*Ann. sc. natur., botanique*, 7e série, t. II, 1885.)

12. **Lignier, O.**, De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en anatomie végétale. (*Comptes rendus Acad. de Paris,* 6 août 1888)

13. **Lignier, O.**, De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames. (*Bull. Soc. linnéenne de Normandie,* 4e série, vol. II, 1889.)

14. **Lignier, O.**, De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux. (*Bull. Soc. linnéenne de Normandie, 4e série,* vol II, 1889.)

15. **Mansion, A.**, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Le genre Thalictrum. (*Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége,* vol. I, 1897)

16. **Morot, L.**, Recherches sur le péricycle. (*Ann. sc. natur., botanique,* 6e série, t. XX. Paris, 1885.)

17. **Nägeli, C.**, Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässstrange im Stengel. (*Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik,* erstes Heft. Leipzig, 1858.)

18. **Pax, F.**, Prantl's Lehrbuch der Botanik. Leipzig, 1904.

19. **Petit, L.**, Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. (Thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris. Bordeaux, 1887.)

20. **Schinz, H.**, Amarantaceae. (Engler, A., und Prantl, K., *Die natürlichen Pflanzenfamilien,* Lief. 79. Leipzig, 1893.)

21. **Solereder, H.**, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899.

22. **Strasburger, Ed.**, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Iena, 1891.

23. **Strasburger, Ed.**, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Iena, 1894.

24. **Van Tieghem, Ph.**, Traité de botanique, 2e édit. Paris, 1891.

PLANCHES

Dans toutes les figures, les faisceaux foliaires sont pointillés, les faisceaux gemmaires hachurés, les faisceaux anastomotiques sont laissés en blanc, les massifs libéro-ligneux secondaires sont noirs.

ABRÉVIATIONS EMPLOYÉES DANS LES FIGURES.

Tissus :

Ep.	**Épiderme.**
Phlt.	**Phlœoterme.**
B^1.	**Bois primaire.**
B^2.	**Bois secondaire.**
L^1.	**Liber primaire.**
L^2.	**Liber secondaire.**
Cb.	**Cambium.**
Cbf.	**Cambiforme.**
$(LB)^2$.	**Massif libéro-ligneux secondaire.**
Tf^2.	**Tissu fondamental secondaire.**

Faisceaux :

Fol.	**Foliaire.**
M.	**Médian.**
i.	**Intermédiaire.**
L.	**Latéral.**
m.	**Marginal.**
G. e.	**Gemmaire externe.**
G. i.	**Gemmaire interne.**
A.	**Anastomotique.**

***N. B.* — Le symbole d'un faisceau foliaire inscrit entre parenthèses indique que ce faisceau vient de se jeter sur le faisceau anastomotique désigné par la flèche. (Exemple : fig. 9 à comparer à la fig. 8, planche II.)**

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. — Portion de tige principale comprenant les segments 8 à 13 (p. 5).

Fig. 2. — Coupe à la base du pétiole de la feuille ^{13}.

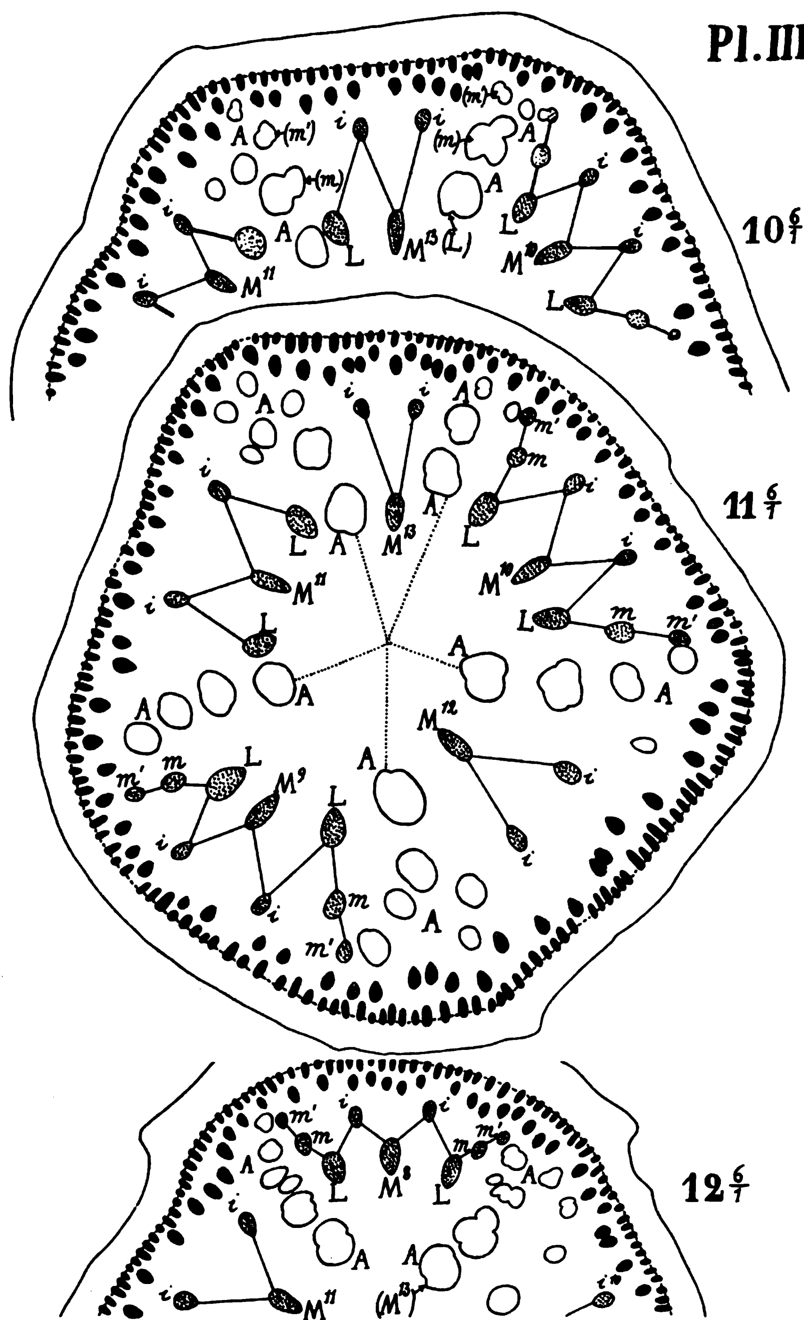
Fig. 3. — Coupe de la tige un peu au-dessus du nœud ^{13}.

Fig. 4. — Coupe dans la partie supérieure du nœud ^{13}.

Fig. 5. — Coupe dans le nœud ^{13} au niveau de l'entrée des faisceaux m'', m', m', m''.

(La description de ces coupes a été faite pp. 7 et 11.)

Pl. III

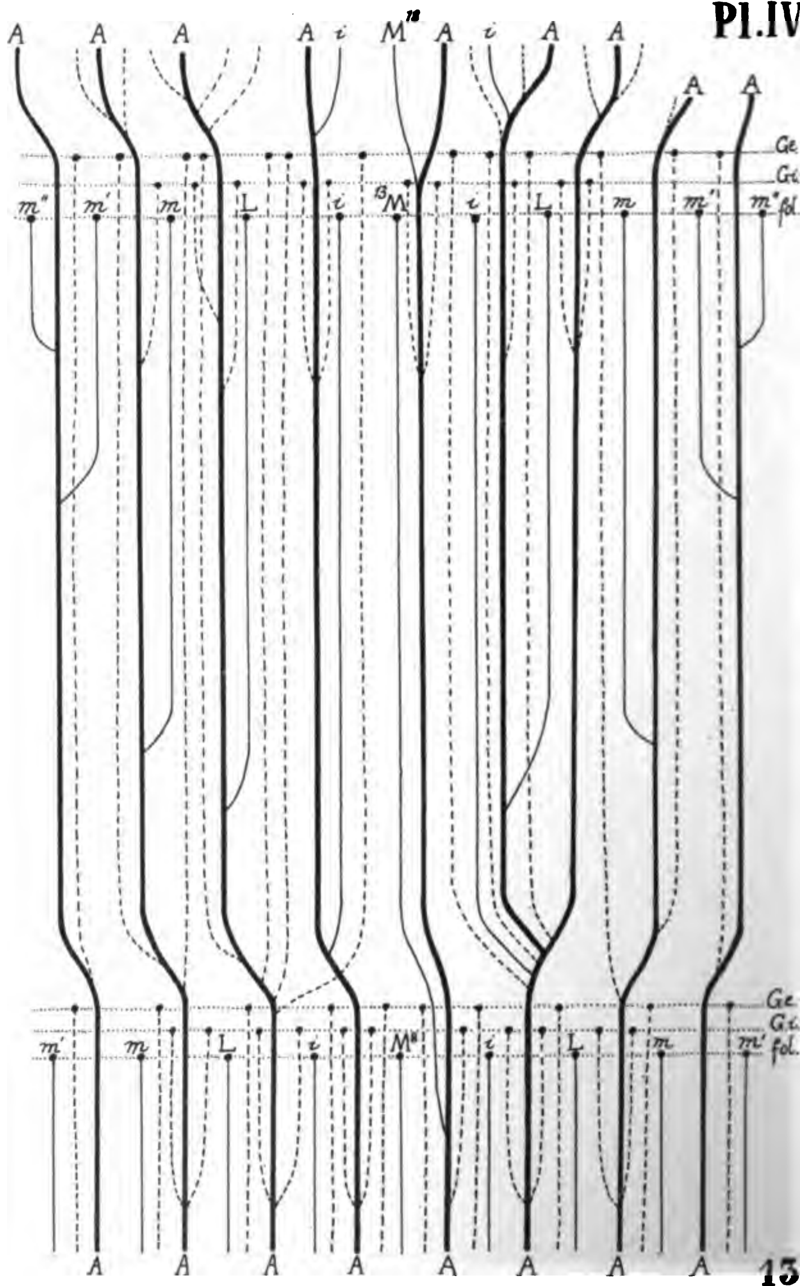


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Fig. 15. — Parcours des faisceaux de la trace foliaire et de la trace gemmaire du segment [13], ainsi que des faisceaux anastomotiques voisins. Ce dessin comprend six segments superposés (segments 8 à 13), mais ne correspond qu'à l'un des cinq secteurs qui composent la tige.

(Le parcours est vu de face; il est décrit pp. 8 et 12.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

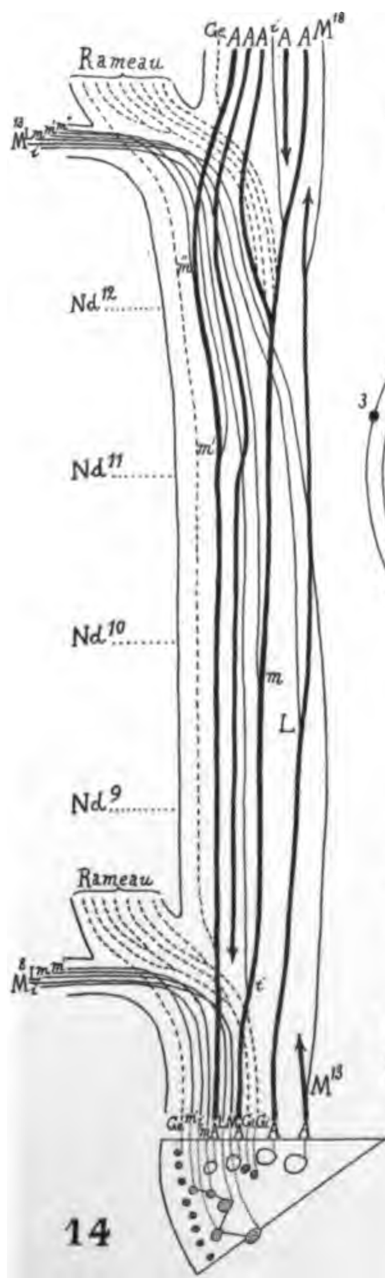
Fig. 14. — Parcours des faisceaux composant la moitié droite de la trace foliaire et de la trace gemmaire du segment [13].
(Le parcours est vu de profil, pp. 9 et 12.)

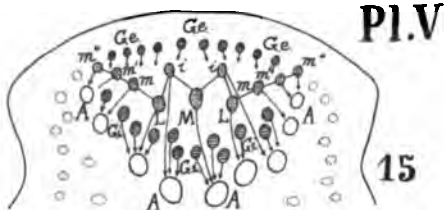
Fig. 15. — Schéma d'une trace foliaire et d'une trace gemmaire avec les faisceaux anastomotiques voisins. Les flèches indiquent comment les faisceaux foliaires et les faisceaux gemmaires s'unissent aux faisceaux anastomotiques (pp. 9 et 13).

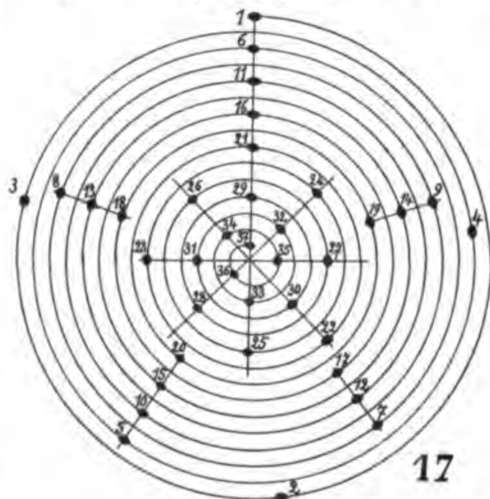
Fig. 16. — Dessin fourni par la superposition de trois coupes radiales successives dans le nœud [14] (p. 13).

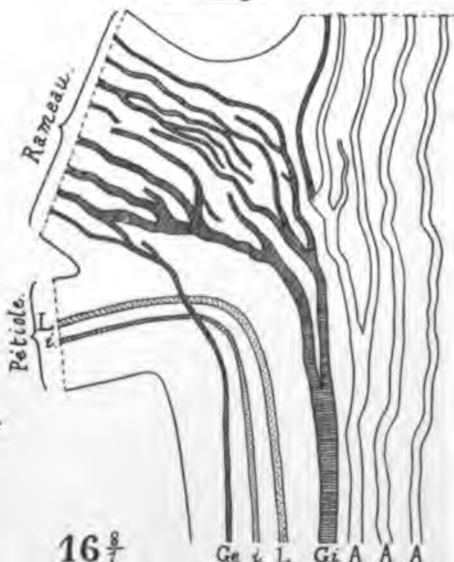
Fig. 17. — Spire phyllotaxique d'une tige principale (p. 14).

Pl.V









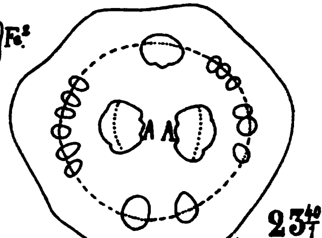
A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux (type).

Pl. VI



A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans une plantule.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

FIG. 18. — Plantule qui a fourni les coupes figurées dans cette planche.

FIG. 19. — Coupe au milieu de l'entre-nœud [1].

FIG. 20. — Coupe au niveau de l'insertion des cotylédons.

FIG. 21. — Coupe dans la partie supérieure de l'hypocotyle.

FIG. 22. — Coupe au milieu de l'hypocotyle.

FIG. 23. — Coupe dans la partie inférieure de l'hypocotyle.

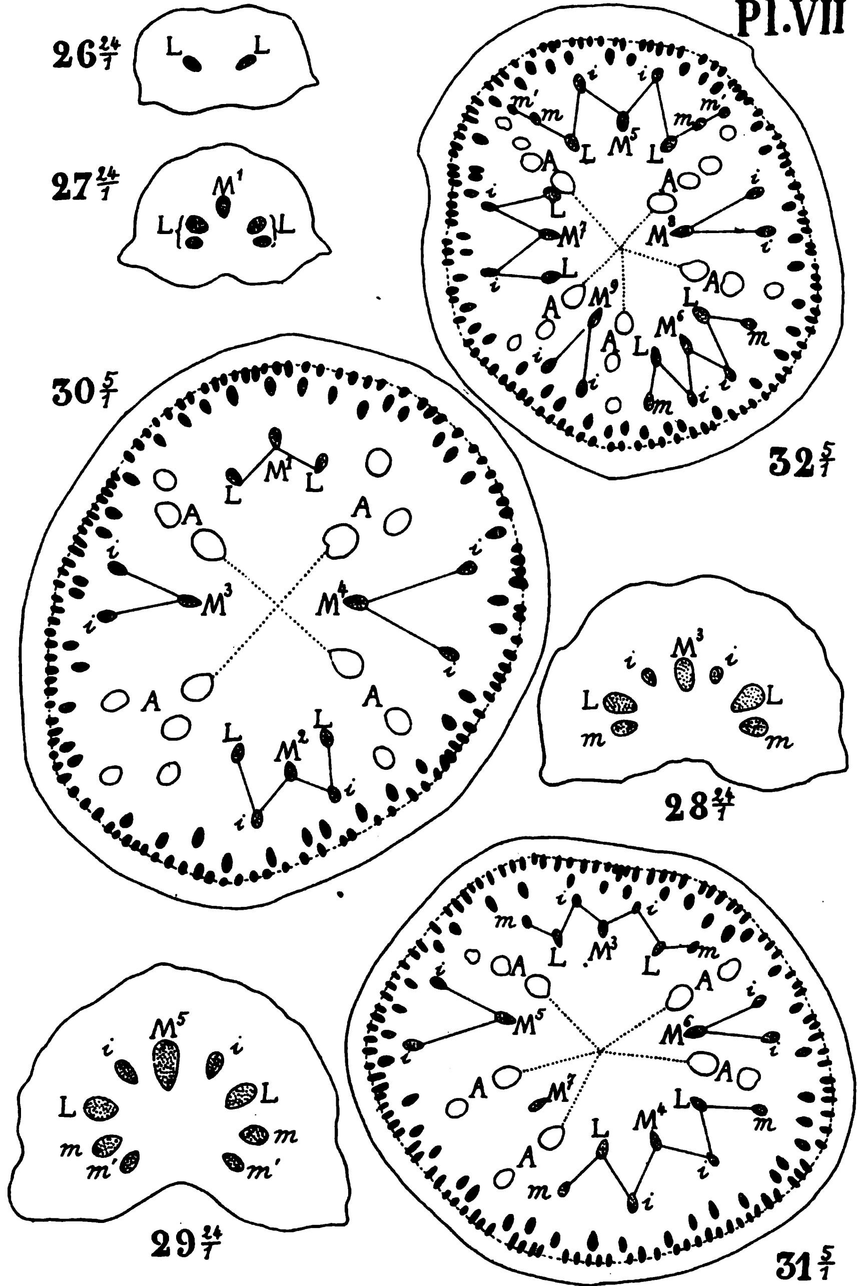
FIG. 24. — Coupe dans la racine principale.

(Ces coupes sont décrites pp. 15 et 16.)

FIG. 25. — Parcours des faisceaux principaux dans l'hypocotyle et la tige principale de la plantule (p. 16).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Fig. 26. —	Coupe à la base du pétiole de l'un des cotylédons (p. 17).		
Fig. 27. —	Id.	de la feuille [1] (p. 17).	
Fig. 28. —	Id.	de la feuille [3] (p. 17).	
Fig. 29. —	Id.	de la feuille [5] (p. 17).	
Fig. 30. —	Coupe de la tige au milieu de l'entre-nœud [1] (p. 18).		
Fig. 31. —	Id.	id.	de l'entre-nœud [3] (p. 18).
Fig. 32. —	Id.	id.	de l'entre-nœud [5] (p. 18).



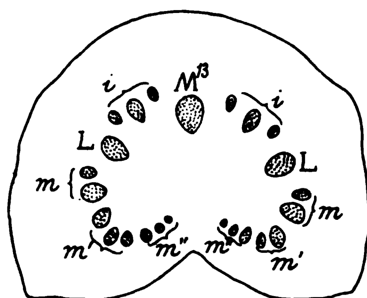
A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

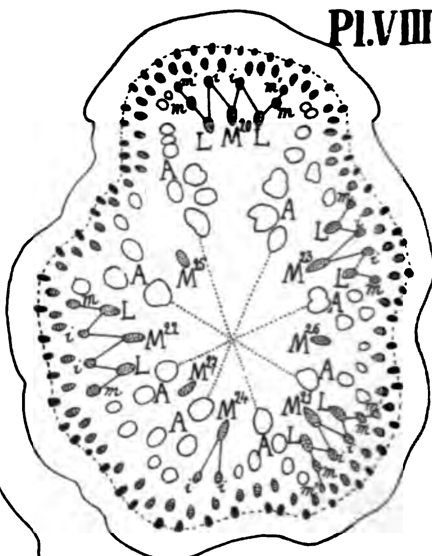
AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.

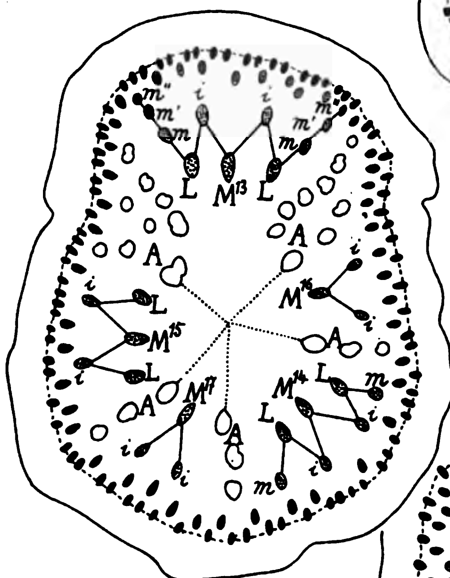
Pl. VIII



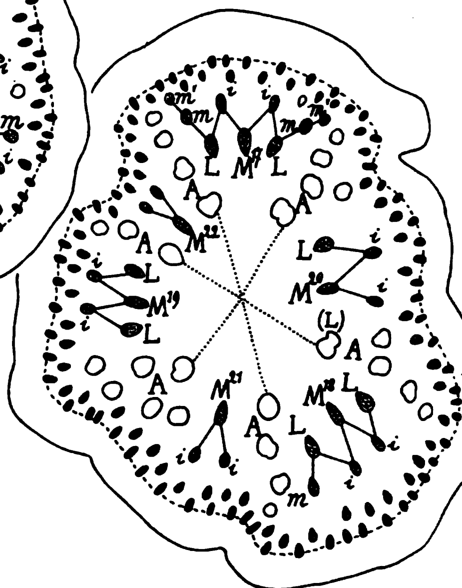
33 $\frac{12}{1}$

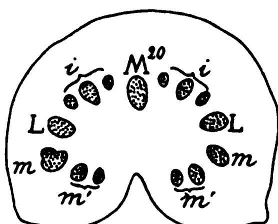


37 $\frac{5}{1}$



35 $\frac{5}{1}$





34 $\frac{12}{1}$

36 $\frac{5}{1}$

A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

FIG. 33. —	Coupe à la base du pétiole		de la feuille [13] (p. 17).
FIG. 34. —	Id.	id.	de la feuille [20] (p. 17).
FIG. 35. —	Coupe de la tige au milieu		de l'entre-nœud [13] (p. 19).
FIG. 36. —	Id.	id.	de l'entre-nœud [17] (p. 19).
FIG. 37. —	Id.	id.	de l'entre-nœud [20] (p. 19).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Fig. 58. — Première bractée de l'inflorescence (au nœud ^{25}) (p. 14).

Fig. 39. — Bractée de la partie spiciforme de l'inflorescence (p. 14).

Fig. 40. — Coupe de la tige au milieu de l'entre-nœud ^{25} (pp. 21 et 22).

Fig. 41. — Id. id. de l'entre-nœud ^{81} (pp. 21 et 22).

Fig. 42. — Parcours des faisceaux foliaires et des faisceaux anastomotiques dans les segments 81 à 89 (pp. 21 et 22).

Pl. IX

41 $\frac{50}{1}$

38 $\frac{6}{1}$

39 $\frac{6}{1}$

40 $\frac{8}{1}$

42

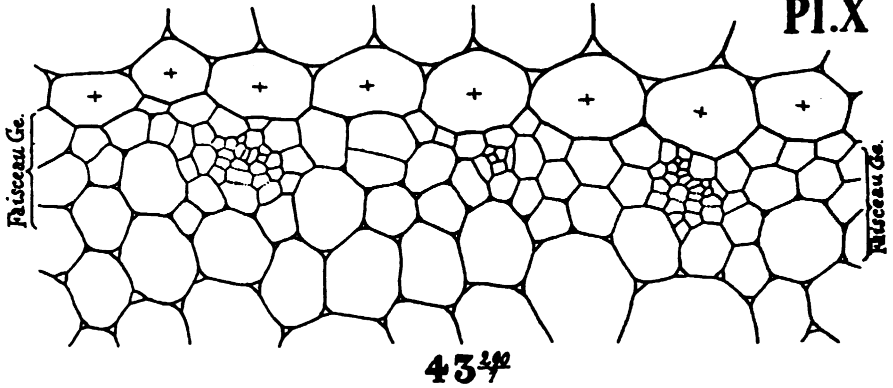
A. CONSTANTINESCO ad. nat. del.

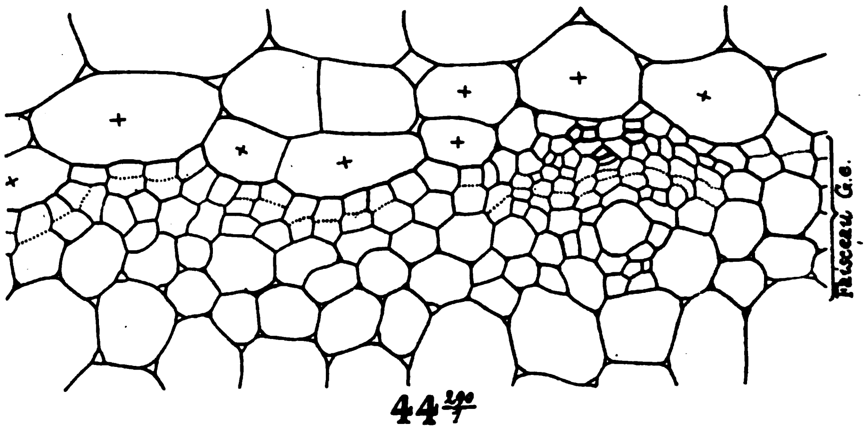
Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

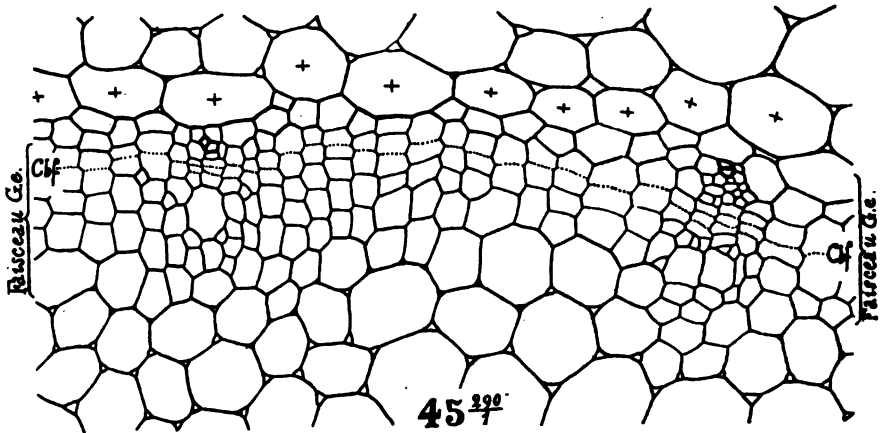
AMARANTUS.

Parcours des faisceaux dans la tige adulte.

Pl.X







A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

Les figures 43 à 49 représentent des portions de coupes transversales pratiquées au milieu de l'entre-nœud [1] de tiges principales de plus en plus âgées.

Fig. 43. — Différenciation des faisceaux gemmaires externes (p. 25).

Fig. 44. — Premier recloisonnement tangentiel des cellules sous-phlœotermiques (p. 25).

Fig. 45. — Recloisonnements répétés dans les mêmes cellules (p. 25).

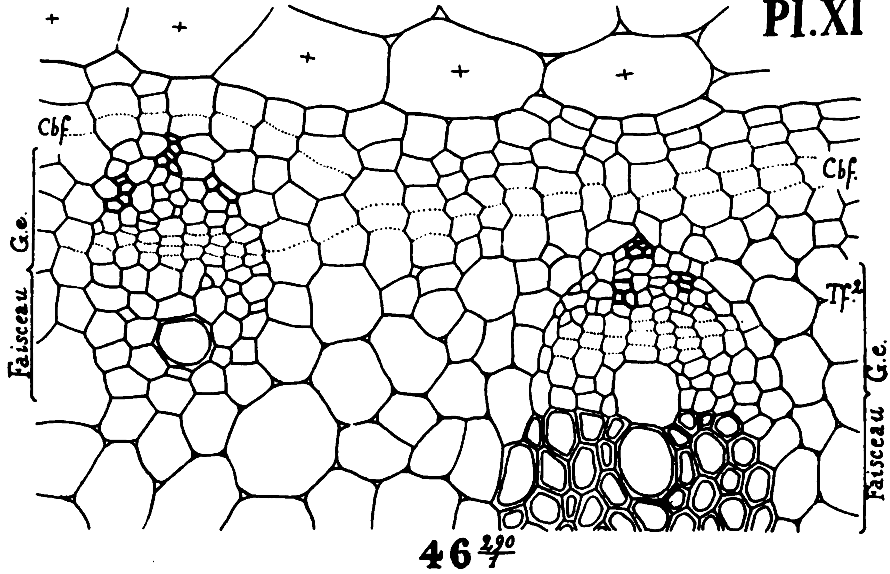
EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Suite de la série précédente (voir explication de la planche X).

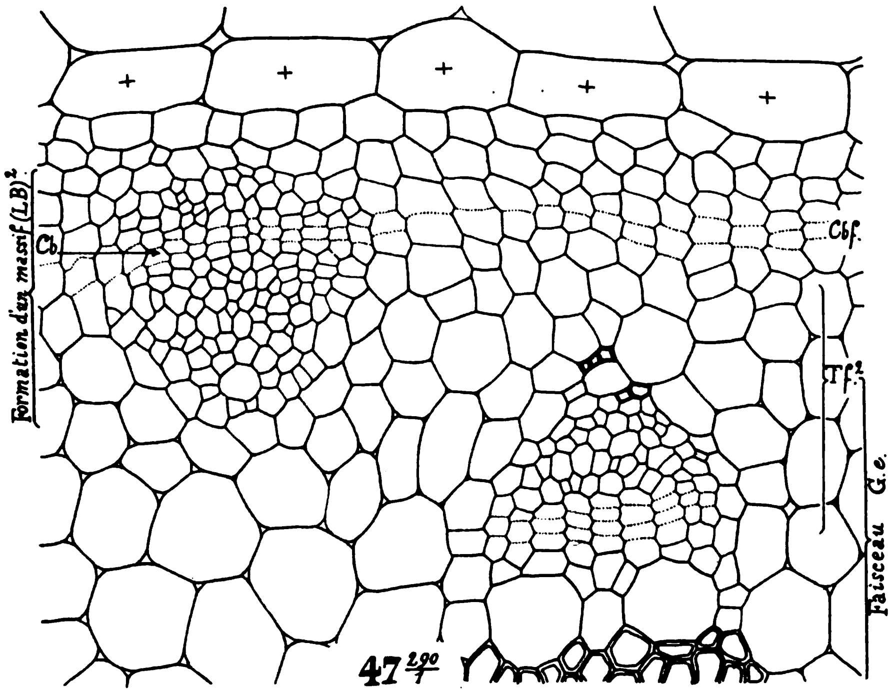
Fig. 46. — Recloisonnements tangentiels des cellules situées entre le liber des faisceaux gemmaires externes et le phlœoterme (p. 25).

Fig. 47. — Apparition d'un arc cambial dans la zone cambiforme (p. 26).

Pl. XI



46 $\frac{290}{1}$



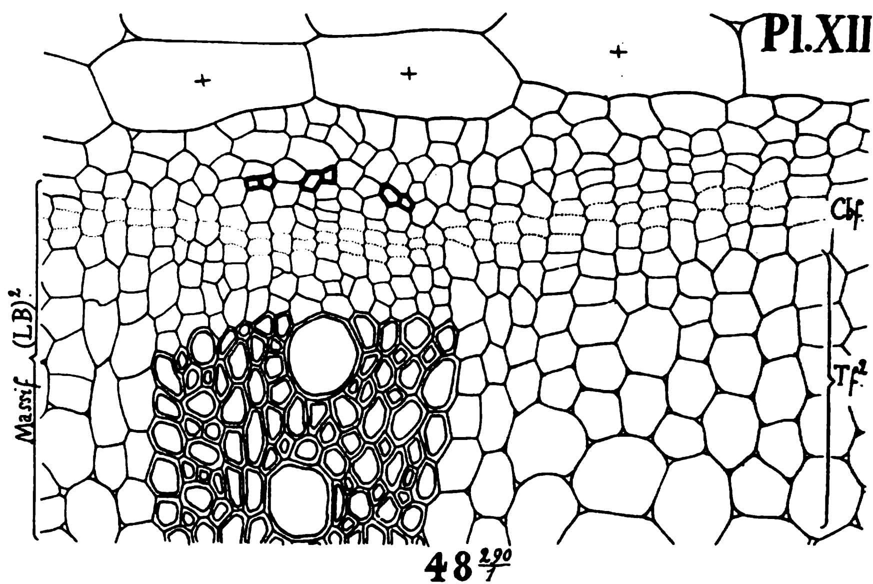
47 $\frac{290}{1}$

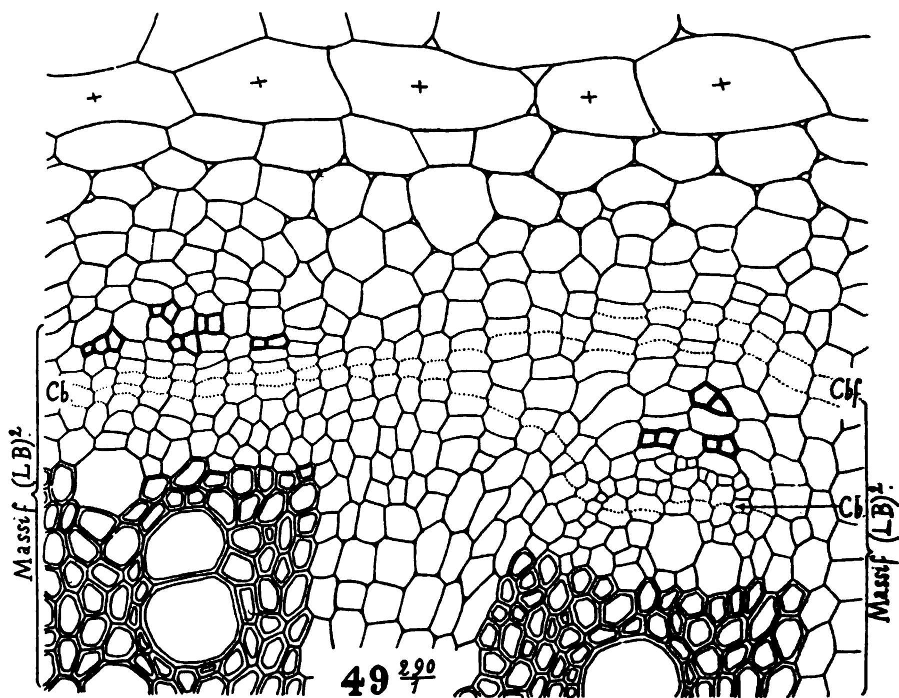
A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.





A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Suite de la série précédente (voir explication des planches X et XI.)

Fig. 48. — L'arc cambial a produit un massif libéro-ligueux secondaire (p. 26).

Fig. 49. — Des recloisonnements cambiformes se manifestent en dehors du massif libéro-ligneux secondaire du côté droit (saut de la zone génératrice) (p. 26).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Les figures 50, 51 et 52 représentent des portions rigoureusement comparables de l'entrenœud [1] de trois tiges principales d'âge différent.

Fig. 50. — Avant l'apparition du cambiforme dans une jeune tige.

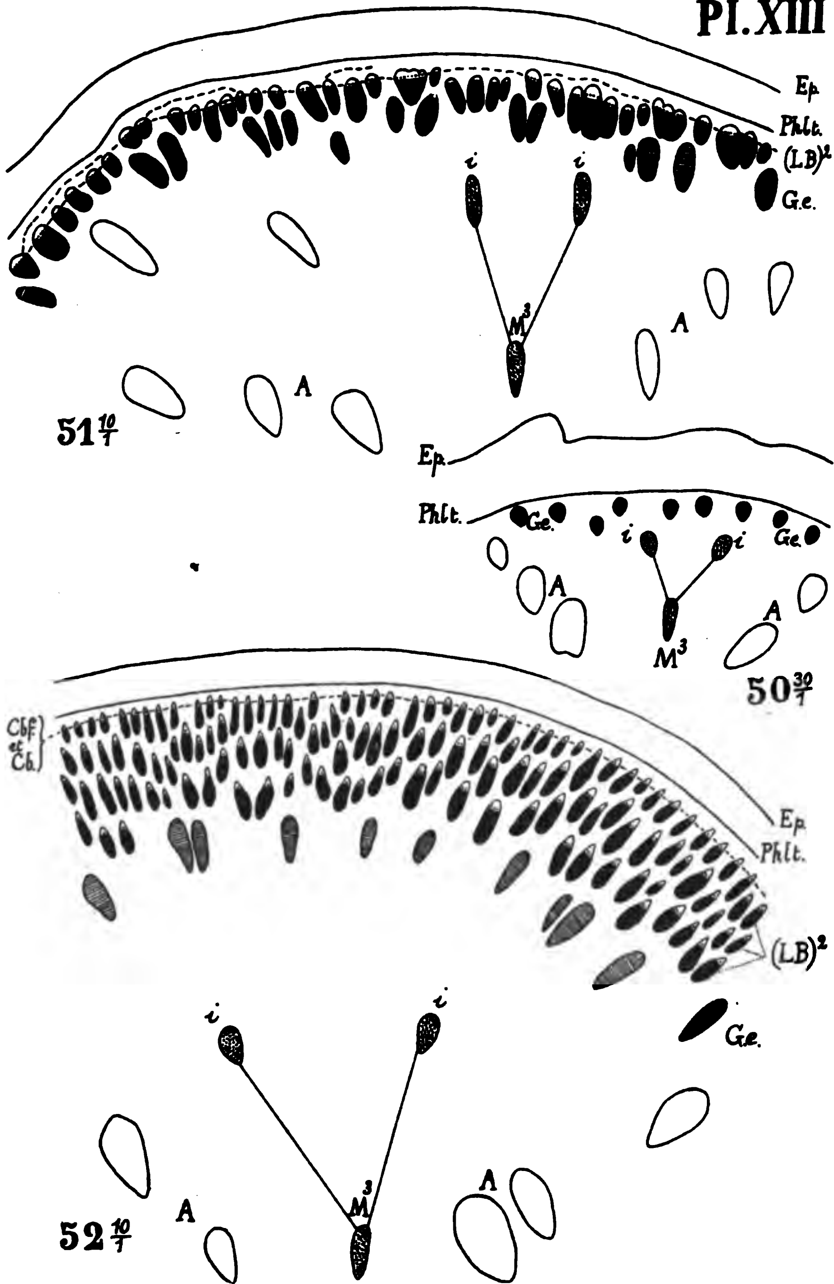
Fig. 51. — Pendant le fonctionnement de la zone génératrice dans une tige presque adulte.

Fig. 52. — Pendant le fonctionnement de la zone génératrice dans une tige vieille.

(La description de ces coupes a été faite pp. 27 et 28.)

La zone cambiforme (*Cbf*) est indiquée par un trait interrompu; les arcs cambiaux (*Cb*) sont représentés en pointillés.

Pl. XIII

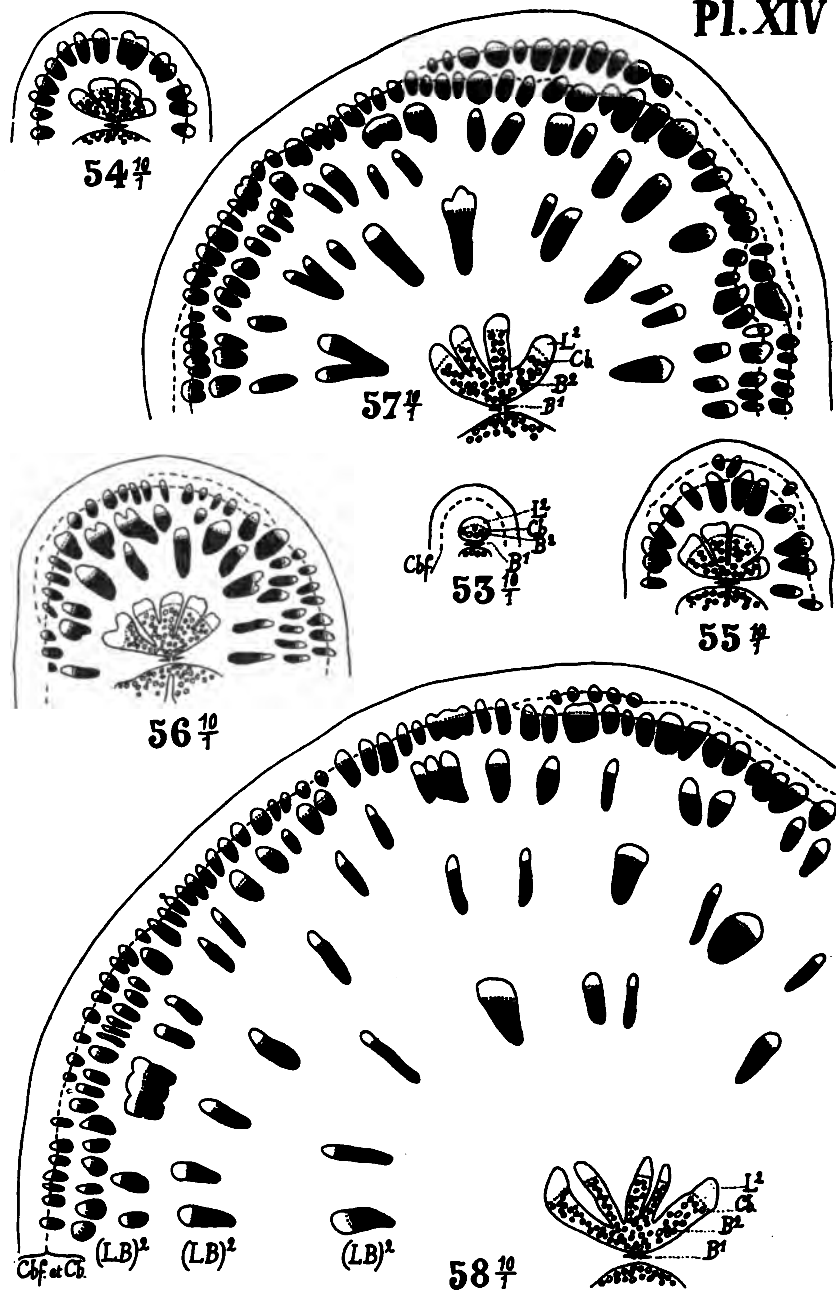


A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la tige.



A. GRAVIS ad. nat. del.

Lith. J. L. Goffart, Bruxelles.

AMARANTUS.

Accroissement secondaire de la racine.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Les figures 53 à 58 représentent six niveaux échelonnés dans une vieille racine principale, pivotante et conique.

Fig. 53. — Correspond à la partie grêle, jeune encore, de cette racine.

Fig. 58. — Correspond à la partie la plus renflée et la plus âgée.

(La description de ces coupes a été faite p. 28.)

B^1 désigne les deux massifs ligneux primaires;

B^2 et L^2, le bois et le liber secondaires normaux;

Cbf, le cambiforme; *Cb*, les arcs cambiaux;

$(LB)^2$, les massifs libéro-ligneux secondaires.

TABLE DES MATIÈRES

A PROPOS

DE

LA GENÈSE DES TISSUS DE LA FEUILLE

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

A PROPOS

DE

LA GENÈSE DES TISSUS DE LA FEUILLE

La *Revue générale de Botanique* (1) vient de terminer l'impression d'un mémoire de M. Léon Flot, intitulé : *Recherches sur la naissance des feuilles et sur l'origine foliaire de la tige.* Cette publication, commencée en novembre 1905 (2), contient le développement d'idées sommairement exposées dans deux notes insérées dans les *Comptes rendus de l'Académie de Paris* (3).

Dans son Introduction, l'auteur fait remarquer que nous manquons à peu près totalement de données précises sur l'origine et sur le mode initial de différenciation des feuilles. Dans l'exposé historique, il rappelle que l'opinion couramment admise par les botanistes jusqu'en 1890, est que tous les tissus formant les organes foliaires tirent leur origine du périblème de la tige, c'est-à-dire des cellules corticales. Dans ses recherches sur le point végétatif des Phanérogames en 1890 et 1891, Douliot soutint « que le nombre des initiales de la feuille concorde toujours avec le nombre d'initiales de la tige. Lorsqu'il y a trois histogènes, c'est-à-dire lorsque tous les tissus de la tige proviennent

(1) Tome XIX, N° 220.
(2) Tome XVII, N° 203.
(3) Tome CXXXI, 31 décembre 1900, et tome CXXXVI, 23 mars 1903.

de trois assises initiales, l'épiderme de la feuille continue celui de la tige, le parenchyme foliaire provient de la seconde assise initiale et le tissu vasculaire de la feuille naît de la troisième assise [1] ». M. E. Bonnier aussi a reconnu, mais en 1900 seulement, la présence d'un méristème vasculaire enveloppé d'un méristème cortical et d'un épiderme, dans les jeunes feuilles de plusieurs espèces de plantes.

Par l'étude détaillée d'un certain nombre de feuilles coupées longitudinalement aux stades les plus jeunes de leur formation, M. L. Flot a pu démontrer que la structure foliaire définitive s'édifie par le moyen de trois méristèmes bien distincts, savoir :

1° « Le méristème épidermique », qui devient l'épiderme;

2° « Le méristème cortical », qui donne naissance au « tissu cortical supérieur » et au « tissu cortical inférieur »; celui-ci comprenant une « zone interne » et une « zone externe »;

3° « Le méristème vasculaire », qui produit les « faisceaux libéro-ligneux des nervures » et la « moelle foliaire ».

La première ébauche foliaire est une émergence dans laquelle « le méristème vasculaire forme une lame moyenne, recouverte en dessus et en dessous d'une assise corticale et d'une assise épidermique. Dans cette lame se développent des groupes vasculaires dont les ramifications forment les *nervures* de la feuille. Les tissus provenant de la partie du méristème vasculaire qui n'a pas formé les nervures, joints aux tissus provenant du méristème cortical, constituent le *parenchyme foliaire* [2].

« Une parfaite continuité existe, dès l'origine, entre les tissus homologues de la feuille, du bourgeon axillaire et de la tige proprement dite. »

Me restreignant à ces quelques points relatifs à la genèse des tissus de la feuille, je suis heureux de partager complètement les idées développées par M. L. Flot. Je le suis d'autant plus que ses observations corroborent pleinement celles que j'ai eu l'oc-

---

(1) *Revue générale de botanique*, N° 220, p. 187.

(2) *Ibidem.*

casion de faire, il y a longtemps déjà, sur le *Tradescantia virginica* ([1]).

Dans les conclusions de mon mémoire, on peut lire ce qui suit, à la page 234 :

« 29. La coupe longitudinale d'une feuille naissante montre » trois histogènes superposés : le premier, superficiel, produit » les deux épidermes; le deuxième, recourbé, engendre le » mésophylle interne et le mésophylle externe; le troisième, » central, donne naissance au mésophylle moyen et aux ner- » vures. Ces trois histogènes de la feuille correspondent aux » trois premiers histogènes de la tige. L'assise moyenne du » mésophylle, si reconnaissable à l'état jeune, se confond avec le » reste du parenchyme chlorophyllien, à l'état adulte.

» 30. Le développement du parenchyme foliaire ne se fait » donc pas au moyen d'une zone génératrice située à la face » supérieure ou interne de la feuille, comme M. Cave l'a décrit. » Les feuilles dégradées ne possèdent peut-être que deux » initiales chez quelques plantes aquatiques observées par » M. Haberland, voire même une seule dans certaines bractées » étudiées par M. Warming; mais on ne peut affirmer, avec » M. Van Tieghem, que chez les autres Phanérogames le » groupe des cellules initiales comprend un certain nombre de » cellules épidermiques et un certain nombre de cellules corti- » cales sans intervention du cylindre central. Les résultats » obtenus dans le *T. virginica* confirment, au contraire, des vues » théoriques émises par M. Strasburger, et aussi les observations » de M. Douliot sur le *T. Martensii.* »

Le détail de mes observations est exposé à la page 153; l'historique de la question est fait à la page 166; un résumé, enfin, est donné à la page 241. Le simple examen des figures est déjà bien démonstratif.

([1]) Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L., dans les *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers,* publiés par l'Académie royale des sciences, etc., de Belgique, tome LVII, 1898.

Les coupes longitudinales, pratiquées dans les gros bourgeons du rhizome, montrent très clairement, en effet, l'existence de trois histogènes dans les jeunes feuilles et leur continuité parfaite avec les histogènes de la tige (fig. 176 et 177). La même chose peut s'observer au moment de la formation des premières feuilles d'une plantule provenant de semis (fig. 191 et 193). Dans mes dessins, les trois histogènes sont partout désignés par les chiffres 1, 2, 3 (1).

Les coupes transversales, faites au cours du développement des feuilles, démontrent que le premier histogène produit l'épiderme aux deux faces; le deuxième histogène donne naissance au mésophylle externe et au mésophylle interne; le troisième engendre les faisceaux et le mésophylle moyen (fig. 215, 216, 217, feuille insérée sur une tige primaire; fig. 219 et 220, feuille [1] d'une plantule).

A l'état adulte, la différenciation du parenchyme chlorophyllien et du parenchyme aquifère a fait disparaître la distinction si nette au début des trois mésophylles (fig. 222, 231 et 233).

Nous nous sommes servis, M. L. Flot et moi, d'une terminologie différente, mais il est facile d'établir les synonymies de la façon suivante :

1. Méristème épid. —	Épiderme supér.	= Épiderme int.	— 1er histogène	
2. Méristème cort. —	Tissu cort. supér.	= Mésophylle int.	— 2me histogène	
3. Méristème vascul. —	Moelle foliaire . . . . / Bois . . . . . / Liber . . . . / Péricycle foliaire	= Faisc. et mésoph. moyen	— 3me histogène	Méristème foliaire.
2. Méristème cort. —	T. cort. inférieur { Z. cort. int. / Z. cort ext. }	= Mésophylle ext.	— 2me histogène	
1. Méristème épid. —	Épiderme infér.	= Épiderme ext.	— 1er histogène	

On ne perdra pas de vue non plus que, dans mes dessins, la

(1) Une erreur, facile à constater et à corriger, s'est glissée dans la figure 177 : le trait de force a été mal placé dans la feuille [10] du côté droit. L'histogène n° 3 remonte en réalité plus haut, comme on le voit nettement dans la figure 176.

coupe d'une feuille est toujours orientée par rapport à la tige dont elle dépend, cette tige étant supposée au bas de la planche: la figure 180 peut servir d'exemple. Le qualificatif *interne* désigne ce qui est plus rapproché *du centre* de la tige; le qualificatif *externe* s'applique à ce qui en est plus éloigné. Dans une figure quelconque (section de feuille comme section de tige), le tissu interne sera donc le plus rapproché du lecteur (c'est-à-dire le plus rapproché du bas de la planche), le tissu externe en sera le plus éloigné. Il s'ensuit que dans le cas d'une coupe transversale de limbe foliaire, l'épiderme, qui à l'état adulte regarde vers le ciel, se trouve tourné en bas de la figure. C'est là une conséquence qui n'a rien de choquant si on suppose le lecteur regardant la planche placée *horizontalement* devant lui.

De la comparaison des textes et des figures, on déduira certainement que, dès 1898, j'avais reconnu le véritable mode de genèse de la feuille du *Tradescantia*, contrairement aux idées alors régnantes. La conception de trois tissus générateurs dans les feuilles naissantes n'était donc plus nouvelle en 1900, et on ne peut considérer comme une prise de date les notes présentées à cette époque par MM. G. Bonnier et L. Flot à l'Académie de Paris. On pensera sans doute que M. L. Flot, qui a rappelé dans son Historique les observations de Douliot, aurait pu également citer les miennes et celles de mes élèves (1). Peut-être s'est-il borné à consulter la « Revue des travaux d'Anatomie » que publie de temps à autre la *Revue Générale de Botanique* à laquelle il collabore.

Jusqu'ici, en effet, la *Revue* n'a pas fait la moindre mention

(1) Plusieurs travaux d'anatomie publiés dans les *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége* mentionnent également la formation des nervures dans l'épaisseur de l'assise moyenne du mésophylle primitif : M. R. Sterckx l'a constaté dans les feuilles de diverses *Clematis* (vol. I, p. 32, fig. 85 et 98); M. H. Micheels a fait la même observation dans les feuilles du *Carludovica plicata* (vol. II, p. 25, fig. 25, 29); M. H. Lonay a retrouvé ce fait dans la paroi de l'ovaire de diverses Renonculacées, notamment du *Ranunculus arvensis* (vol. III, p. 13, fig. 8, 10, etc.).

des résultats obtenus par mes recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica*. Les occasions cependant n'ont pas manqué, ma monographie ayant rencontré presque toutes les questions que peut soulever l'organisation d'une plante : « Partant de l'ovule, j'ai décrit la formation et la structure définitive du spermoderme, de l'albumen et de l'embryon » dans la graine; puis l'hypocotyle et le cotylédon pendant la » germination et le développement de la plantule; les catégories » de faisceaux, leur nombre, leur parcours dans les tiges et les » feuilles adultes, ainsi que dans les sommets végétatifs; l'histologie et l'histogenèse des tiges, des feuilles et des racines; la » phyllotaxie, l'insertion des bourgeons et la production des » racines adventives dans leurs rapports avec la structure dorsiventrale; enfin les inflorescences et leur mode de ramification. Cet ensemble m'a permis d'entreprendre une discussion » complète du type Commeliné comparé à celui des autres » Monocotylées. J'ai, en outre, été amené à m'occuper du rôle » du spermoderme; de la résistance des graines à la germination; de la végétation des plantules dans l'eau et de la courbure du cotylédon; du rôle de la lacune ligneuse; de la » fonction aquifère du parenchyme interfasciculaire, de l'épiderme et de l'hypoderme; de l'effet utile du mucilage; de la » turgescence des cellules, du mécanisme de l'ouverture et de » la fermeture des stomates [1] ».

Parmi les questions que soulèvent les recherches de M. L. Flot sur la naissance des feuilles, il y en a qui ne me semblent pas suffisamment élucidées : je citerai la question de la moelle foliaire. Je n'en parlerai pas ici, préférant signaler les points sur lesquels les anatomistes peuvent s'entendre et ne pas insister sur ceux qui les divisent encore.

---

(1) *Loc. cit.*, Introduction, p. 7.



L'ENSEIGNEMENT

DE

LA BOTANIQUE

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

L'ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE

L'Enseignement, à tous les degrés, subit une lente évolution. L'intérêt qui s'attache à ce sujet justifiera sans doute l'insertion, dans ces *Archives*, de quelques notes écrites depuis plusieurs années déjà. Elles se rattachent d'ailleurs à une question qui est actuellement à l'ordre du jour dans notre pays : celle des réformes à introduire dans les programmes de l'Enseignement moyen.

I. — ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE DU DEGRÉ PRIMAIRE ET DU DEGRÉ MOYEN.

A la demande de l'Administration communale de la Ville de Liége, quelques professeurs de l'Université font, chaque année, des conférences et des cours publics sur des sujets scientifiques, historiques ou littéraires. Les conférences sont des causeries sur un sujet restreint : elles ont pour but d'intéresser le public à une question spéciale, d'ouvrir des horizons en faisant entrevoir des idées peu répandues encore. Les cours sont des séries de leçons sur un même sujet dont la connaissance présente soit une utilité évidente, soit un intérêt purement spéculatif. Dans un cours, on se propose d'enseigner réellement, c'est-à-dire de répandre des notions exactes en suivant les méthodes d'intuition et de démonstration qui sont l'apanage de la pédagogie moderne.

Dans l'introduction du cours de botanique en 1900, j'ai eu l'occasion de développer quelques considérations que je reproduirai ici :

« Certaines sciences se prêtent mieux que d'autres à un
» enseignement public. Il ne faut pas se dissimuler, en effet, que

» l'étude des choses scientifiques suppose souvent des connais-
» sances préliminaires que tout le monde ne possède pas; cette
» étude nécessite fréquemment aussi l'emploi d'instruments
» délicats et de procédés d'investigation qui, eux-mêmes, exigent
» une initiation préalable. On ne peut songer à entreprendre
» tout cela dans un cours qui ne comprend qu'un petit nombre
» de leçons et pour lequel toutes les ressources d'un laboratoire
» ne peuvent être mises en œuvre.

» Depuis longtemps, la Botanique passe pour être la Science
» dont la vulgarisation est la plus aisée. N'a-t-elle pas été sou-
» vent nommée « l'aimable Science »? Et cependant, de nos
» jours, la Botanique est devenue une science si vaste qu'aucun
» savant ne peut se vanter d'en connaître à fond toutes les parties.
» Certaines branches de la Botanique, comme l'anatomie des
» plantes, ne peuvent s'étudier et par conséquent s'enseigner sans
» l'usage du microscope. D'autres, comme la physiologie végé-
» tale, réclament des connaissances très sérieuses en physique
» et en chimie. Pour le moment du moins, je crois devoir
» délaisser ces parties de la Botanique.

» Heureusement, il en est d'autres qui jouissent du précieux
» privilège de pouvoir être étudiées aisément par tout le monde.
» Je fais allusion à la connaissance des plantes que l'on peut
» observer à l'œil nu.

» Que faut-il entendre par la connaissance des plantes?
» Connaître les plantes, ce n'est pas savoir appliquer à chaque
» espèce les deux mots latins qui constituent son nom scienti-
» fique; ce n'est pas se borner à écraser des échantillons entre
» des feuilles de papier pour les faire sécher; ce n'est pas non
» plus posséder une érudition acquise au prix d'un long travail
» de compilation dans des livres fort coûteux et fort savants.

» Pour connaître les plantes, il faut les regarder souvent,
» attentivement, et chercher à comprendre leur organisation en
» les disséquant; il faut les cultiver ou les recueillir dans les
» champs; il faut les voir germer, développer leurs organes
» végétatifs, puis fleurir et fructifier; il faut encore s'enquérir
» des lieux qu'elles habitent de préférence et de leurs rapports

» avec le milieu ambiant, avec les animaux, notamment avec les
» insectes ; il faut enfin constater leurs moyens de propagation
» et de reproduction. Connues en elles-mêmes, les diverses
» espèces devront aussi être comparées entre elles et classées
» méthodiquement.

» Toutes les connaissances ainsi acquises sont celles que l'on
» désigne ordinairement sous les noms d'*organographie*, de
» *biologie végétale* (éthologie) et de *Botanique systématique*.

» Que de fois j'ai entendu des personnes instruites se plain-
» dre de ne pas connaître les plantes! Ces personnes, cependant,
» possèdent des ouvrages de Botanique, elles cultivent un
» jardin, parfois même des serres. Que leur manque-t-il donc,
» puisque la bonne volonté ne fait pas défaut et que les maté-
» riaux d'études abondent autour d'elles? Ce qui manque, c'est
» la *méthode scientifique*, méthode qui consiste en ceci : obser-
» ver, comparer, exprimer ce qu'on a vu et compris.

» Remarquons-le tout de suite, les livres ne peuvent donner
» la méthode. C'est à l'enseignement que cette tâche incombe.
» Or, il faut bien le reconnaître, l'enseignement élémentaire de
» la Botanique reste généralement stérile parce qu'il prend pour
» guides des livres calqués sur ceux de Linné.

» Linné a été un grand savant et un réformateur de la
» Science botanique. Mais il a écrit pour des botanistes, et ses
» ouvrages ne sont pas des ouvrages de pédagogie. L'objectif
» de Linné était de mettre les botanistes à même de bien
» décrire et de bien nommer les plantes [1]. Tel n'est pas et ne
» peut pas être l'objectif d'un enseignement élémentaire.

» Le vice de cet enseignement (et ce vice provient des pro-
» grammes bien plus que du personnel enseignant) est de
» procéder par *définitions* et *généralités*. On impose aux débu-
» tants des nomenclatures fastidieuses et des classifications com-

[1] La classification telle que nous l'entendons aujourd'hui, la biologie, l'anatomie et la physiologie n'occupent dans l'œuvre de Linné qu'une place tout à fait accessoire : elles y sont représentées par des notions très incomplètes, souvent même erronées.

» pliquées, alors qu'il faudrait apprendre aux jeunes gens à voir » et à raisonner sur ce qu'ils ont vu. Dans un enseignement » élémentaire, il convient de partir de cas particuliers convena- » blement choisis, de les bien faire comprendre, puis de se » livrer à des comparaisons qui permettent des généralisations » sagement graduées. Tel n'est pas l'ordre à suivre dans la » rédaction d'un livre destiné à être consulté : là tout doit être » logiquement coordonné, défini, classé. Par le fait des pro- » grammes, une leçon de science n'est, généralement, qu'un » chapitre détaché du livre, alors qu'une leçon devrait donner » précisément ce que le livre ne peut donner. Je le sais, une » réforme tend à se produire, mais hélas! elle est bien lente et » bien lointaine encore.

» Un autre défaut qui résulte de l'emploi servile du livre, » c'est l'abus des termes techniques. Les botanistes ont créé des » termes, tirés du grec et du latin, pour désigner les nombreuses » manières d'être des organes végétaux. Ces termes sont utiles » en ce qu'ils désignent par un seul mot ce qui devrait être » exprimé par une phrase. Mais tous ces termes ne sont pas » nécessaires pour ceux qui ne sont pas des botanistes de pro- » fession. Il y a même un danger à les employer dans un ensei- » gnement élémentaire. J'ai remarqué, en effet, que le débutant » est frappé beaucoup plus par le terme technique que par la » chose que ce terme signifie. D'ordinaire, il arrive que, malgré » tous ses efforts, l'élève ne peut graver le mot dans sa mémoire, » et comme il n'a guère fait attention à la chose elle-même, il ne » lui reste rien. Parfois, il a retenu le mot, mais sans lui attribuer » une signification bien précise.

» Le professeur doit donc s'attacher à bien faire connaître la » chose, en la montrant et en la décrivant au moyen de mots » usuels plutôt qu'en se servant de termes bizarres et inconnus. » Si plus tard le disciple éprouve le besoin de se servir d'un » mot savant, il le trouvera aisément dans les livres, car, remar- » quons-le bien, l'ambition du maître ne doit pas être de se » substituer aux livres.

» J.-J. Rousseau fit de la botanique en amateur zélé et clair-

» voyant, s'attachant surtout à observer les plantes les plus » communes qu'il rencontrait dans ses promenades.

« Attiré par les riants objets qui m'entourent, disait-il, je les considère, » je les contemple, je les compare, j'apprends enfin à les classer, et me » voilà tout d'un coup aussi botaniste qu'a besoin de l'être celui qui ne » veut étudier la nature que pour trouver sans cesse de nouvelles raisons » de l'aimer... Je n'ai ni dépense à faire, ni peine à prendre pour errer » nonchalamment d'herbe en herbe, de plante en plante, pour observer » l'organisation végétale de manière à suivre la marche et le jeu de ces » machines vivantes, à chercher, quelquefois avec succès, leurs lois géné- » rales, la raison et la fin de leurs structures diverses et à me livrer aux » charmes de l'admiration reconnaissante pour la main qui me fait jouir » de tout cela. »

» Et bien, voulez-vous savoir ce que ce philosophe, ce bota- » niste-amateur pensait de la nomenclature?

« On prétend que la botanique n'est qu'une science de mots qui n'exerce » que la mémoire et n'apprend qu'à nommer des plantes! Pour moi, je ne » connais point d'étude raisonnable qui ne soit qu'une science de mots. Et » auquel des deux, je vous prie, accorderai-je le nom de botaniste, de celui » qui sait cracher un nom ou une phrase à l'aspect d'une plante, sans rien » connaître de sa structure, ou de celui qui, connaissant très bien cette » structure, ignore néanmoins le nom très arbitraire qu'on donne à cette » plante en tel ou en tel pays? Si nous ne donnons à nos enfants qu'une » occupation amusante, nous manquons la meilleure moitié de notre but, » qui est, en les amusant, d'exercer leur intelligence et de les accoutumer à » l'attention. Avant de leur apprendre à nommer ce qu'ils voient, commen- » çons par leur apprendre à le voir. Cette science, oubliée dans toutes les » éducations, doit faire la plus importante partie de la leur. Je ne le redirai » jamais assez : apprenez-leur à ne jamais se payer de mots et à croire ne » rien savoir de ce qui n'est entré que dans leur mémoire [1]. »

» De savants botanistes, eux aussi, se sont élevés contre » l'abus des termes techniques. Aug. de Saint-Hilaire, dans sa

---

[1] Extrait d'une lettre adressée par J.-J. Rousseau à Mme Delessert, sa cousine, lettre dans laquelle il donne à cette dame des conseils pour l'instruction de sa fille.

» *Morphologie végétale*, s'exprime ainsi à l'occasion des termes » créés pour caractériser diverses sortes de tiges (p. 93) :

« Il serait rationnel de n'employer dans tous les cas que le mot tige et » de distinguer par des épithètes les modifications dont cette partie est » susceptible. Mais le langage botanique, pas plus que les langues vulgaires, » n'a été formé d'une manière systématique; à mesure que l'on a cru un » mot nécessaire on l'a créé, et la vanité des botanistes leur a fait croire » beaucoup trop souvent à cette nécessité. »

» Plus loin encore, à propos des feuilles, il dit (p. 144) :

« Je crois qu'il serait peu philosophique d'admettre ces termes nouveaux, » qui ne désignent que des modifications d'organes ou même de portions » d'organes; la science est bien assez embarrassée de mots inutiles, malheu- » reusement consacrés par le temps et l'usage. »

» Linné lui-même n'a-t-il pas écrit :

« Verbositas prœsente seculo calamitas scientiæ ! »

» Si j'ai cru devoir parler de l'enseignement de la Botanique » tel qu'il existe malheureusement dans beaucoup d'écoles du » degré primaire et du degré moyen, c'est pour expliquer » comment il se fait que tant de personnes instruites ne possè- » dent pas la méthode qui leur permettrait de s'occuper d'une » science qui présente pour elles tant d'attraits (1). M'adressant, » dans ce cours public, à des amateurs désireux d'acquérir des

(1) Aristote savait que dans une graine il y a deux parties distinctes : l'une qui, en se développant, devient une plante, l'autre qui sert de nourriture à la première. Aujourd'hui, beaucoup de personnes « qui ont appris » la botanique ne le savent pas. Pourquoi? Parce qu'à l'école on a voulu leur faire retenir qu'une graine se compose d'un *épisperme* et d'une *amande;* que l'épisperme comprend un *testa* et un *tegmen;* que dans l'amande, il y a un *endosperme* ou *albumen* et un *embryon;* que ce dernier est formé d'un ou de deux *cotylédons* avec une *radicule*, une *tigelle* et une *gemmule;* que les cotylédons, enfin, sont « les *lobes séminaux* qui protègent la tige dans la graine » ! Après cela, peut-on s'étonner qu'on se fasse généralement une idée assez vague de la graine?

» notions exactes mises à leur portée, mon plus vif désir est de
» leur venir en aide en rendant ces leçons aussi profitables que
» possible. Or, je crois vous l'avoir montré, ce qui manque le
» plus c'est la méthode scientifique. C'est donc cette méthode
» que je tâcherai de vous enseigner, non par des discours, mais
» en la mettant en œuvre ici devant vous.

» En me limitant toujours à ce que chacun peut voir, j'espère
» habituer mes auditeurs à apprendre par eux-mêmes et les
» mettre en état de continuer seuls une étude qui procure à
» l'esprit tant de jouissances moyennant un léger effort [1]. »

II. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA BOTANIQUE.

Les traités généraux publiés par les savants qui occupent les chaires universitaires les plus réputées ne reproduisent pas complètement le caractère propre de l'enseignement oral de ces maîtres. C'est qu'une différence très réelle existe entre un livre et des leçons. Le premier est fait pour être consulté : tout doit y être coordonné selon une logique rigoureuse, afin de faciliter les recherches. Les secondes, au contraire, forcément suivies dans l'ordre même de leur succession, doivent aller du connu à l'inconnu, procéder par aperçus, développements et résumés; elles doivent recourir alternativement à l'analyse et à la synthèse; elles subissent, en outre, de perpétuels remaniements résultant des progrès de nos connaissances.

C'est ce qui explique pourquoi la publication intégrale d'un cours scientifique n'est généralement pas réalisable. Il n'en est pas de même de l'impression d'un sommaire qui permet à l'étudiant de coordonner ses notes, de suivre plus aisément la marche du cours et d'en mieux saisir l'ensemble. Rédigé d'une façon

---

[1] Un « sommaire » imprimé a été distribué au début de chaque leçon. Je possède encore un certain nombre d'exemplaires de ce sommaire : je les tiens à la disposition des personnes qui désireraient le posséder.

concise et synoptique, le sommaire constitue une sorte de table des matières dans laquelle l'élève peut indiquer la pagination de son cahier de notes au fur et à mesure de l'avancement des leçons.

J'ai adopté cette méthode pour le cours que j'ai l'honneur de professer depuis une vingtaine d'années à l'Université de Liége. Le plan primitif a reçu des modifications successives que l'expérience a montrées nécessaires. Je crois être arrivé ainsi à un état à peu près définitif pour le temps présent.

Le cours de Botanique à la candidature en Sciences naturelles est annuel et comprend quatre-vingt-dix leçons environ. Il est suivi par les étudiants dès leur entrée à l'Université, au sortir des athénées et des collèges, aussi bien par ceux qui se destinent à la médecine ou à la pharmacie que par ceux qui se proposent de continuer leurs études dans l'un des Doctorats en Sciences naturelles (Zoologie, Botanique, Chimie ou Sciences minérales). On comprendra donc que le cours de candidature ne peut être spécialisé dans une seule direction et qu'il doit rester élémentaire.

Dans l'état actuel de la Science, les leçons de Botanique faites dans un établissement d'enseignement supérieur doivent, me semble-t-il, débuter par la cytologie. L'étude de la cellule, en effet, fournit l'occasion d'énoncer les caractères les plus généraux, ceux qui, seuls, sont réellement communs à tous les végétaux; elle permet d'aborder ensuite la description des plantes par celles dont l'organisation est la plus simple, pour s'élever peu à peu en passant en revue les principaux types de la série végétale : Algues et Champignons, Mousses, Fougères, Gymnospermes et Angiospermes. Ces dernières, par la diversité de leurs organes, la complication de leur structure, l'utilité d'un grand nombre de leurs espèces, méritent une étude plus approfondie faite à divers points de vue. La morphologie étant ainsi connue, la physiologie peut être traitée avec plus de facilité.

Cette méthode me paraît préférable à celle qui consiste à faire connaître tous les détails de l'organisation des plantes supérieures (Phanérogames), puis à indiquer les différences que présentent les autres plantes (Cryptogames).

Le cours de candidature comprend donc, à Liége, quatre parties portant les titres suivants : I. *Notions de cytologie*; II. *Étude des principaux types d'organisation végétale;* III. *Étude spéciale des plantes angiospermes;* IV. *Notions de physiologie.*

On l'a constaté maintes fois avec regret : c'est à l'Université seulement que la plupart des jeunes gens « apprennent à apprendre ». A ce moment critique de leur développement intellectuel, il importe que les étudiants soient soumis à une pédagogie rigoureuse. L'exemple du maître doit leur montrer comment on observe, on compare et on synthétise; comment on évite l'abus des généralités et des abstractions qui sont si contraires à l'esprit scientifique moderne. C'est pour ces raisons que dans le sommaire suivant, la plupart des chapitres débutent par la description d'un ou de plusieurs types, ou bien par un exposé analytique qui précède un exposé synthétique.

Il m'a paru également qu'on ne peut, dans un enseignement oral, séparer complètement la physiologie de la morphologie. Dès les premières leçons, la différenciation des cellules fournit l'occasion de parler de diverses fonctions telles que l'absorption, la circulation, l'élaboration des réserves alimentaires, leur dépôt, leur utilisation, etc. De même les données relatives à l'éthologie des tiges, des feuilles, des racines, des fleurs et des graines sont rapprochées des données organographiques et anatomiques concernant ces organes. Dès lors, la quatrième partie consacrée plus particulièrement à la physiologie se réduit à des notions sur les fonctions de nutrition et de relation.

Je dois signaler, enfin, une circonstance qui, dans une certaine mesure, détermine l'orientation de mes leçons. Les élèves de la candidature en Sciences naturelles prennent part, chaque semaine, a des travaux pratiques au Laboratoire de l'Institut botanique. Ils doivent trouver dans les notes prises au cours théorique des renseignements suffisamment détaillés sur les divers objets qu'ils auront à préparer et à observer au microscope : types de cellules; types d'Algues, de Champignons, de Mousses, de Fougères et de Gymnospermes; types anatomiques de tiges, feuilles, racines, fleurs, fruits, graines de végétaux

angiospermes. Ces renseignements seront, tout naturellement, à leur place dans la partie analytique du cours. L'importance accordée, au début surtout, à cette partie analytique et objective s'explique donc par l'union intime de l'enseignement théorique et de l'enseignement pratique.

Cette union est d'autant plus désirable que beaucoup d'élèves ont de la peine à établir l'équation entre la description scientifique d'un objet naturel et l'observation de cet objet, entre l'énoncé scientifique d'un fait et ce fait tel qu'il se présente à eux. Ne constate-t-on pas encore parfois à l'examen qu'un élève sait décrire une plante de mémoire, mais qu'il ne peut la reconnaître quand on la lui présente immédiatement après?

Au programme du cours de candidature ne figurent pas l'Anatomie des Ptéridophytes, la Géographie végétale, ni la Paléobotanique : ces matières sont inscrites au programme du doctorat en Sciences botaniques en même temps que l'anatomie et la physiologie plus approfondies, l'histoire de la Botanique, etc.

Il me sera sans doute permis de saisir cette occasion pour signaler une lacune du programme du « doctorat en Sciences naturelles préparatoire à l'Enseignement moyen » : l'absence de tout cours de pédagogie scientifique. Un enseignement normal succinct devrait, selon moi, faire suite aux leçons sur l'Histoire des Sciences qui font déjà partie des cours au doctorat. Après avoir rappelé les progrès d'une Science dans le passé, le professeur devrait préciser ce qui, à l'heure présente, constitue les bases de cette science et indiquer quels sont les éléments qu'il convient de vulgariser; il devrait aussi dire comment ces éléments doivent être enseignés, quels sont les meilleurs exemples, les expériences les plus démonstratives, etc. L'enseignement supérieur exercerait ainsi une action directrice efficace sur l'enseignement moyen : il lui donnerait peu à peu l'orientation la plus convenable à la préparation des jeunes gens qui viendront plus tard demander à l'Université l'instruction nécessaire à l'exercice d'une profession libérale ou d'une carrière scientifique.

CANDIDATURE

EN

Sciences naturelles

SOMMAIRE

DU

COURS DE BOTANIQUE

PAR

A. GRAVIS

Professeur à l'Université de Liége.

INTRODUCTION

N. B. — Les pages suivantes serviront de table des matières : il suffira, pour cela, d'y indiquer la pagination du cahier de notes.

Les sujets étudiés au Laboratoire de microscopie sont désignés en caractères *italiques*.

PREMIÈRE PARTIE.

NOTIONS DE CYTOLOGIE.

Chapitre I. — Types de cellules (Exposé analytique).

Chapitre II. — Généralités (Exposé synthétique).

DEUXIÈME PARTIE.

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES D'ORGANISATION VÉGÉTALE.

PRÉLIMINAIRES.

Simplicité de certains organismes (Protistes : Amibe, Euglène)
Complication graduelle de l'organisation dans la série végétale
Différenciation morphologique et division du travail physiologique

Chapitre I. — EXPOSÉ ANALYTIQUE.

Premier embranchement : les **PHYCOPHYTES.**

Groupe physiologique des ALGUES.

Types
- Ulothrix
- OEdogonium
- *Chara*

1re classe : **Confervoïdées**
- **Confervacées** (Ulothrix, OEdogonium, etc.)
- **Conjuguées** (*Spirogyra*, Desmidiées, etc.)
- **Diatomées** (Navicula, *Pinnularia*, etc.)
- **Characées** (Chara)

2me classe : **Cénobiées** (*Pediastrum*, Volvox, etc.)
3me classe : **Siphoniées** (Botrydium, *Vaucheria*, etc.)
4me classe : **Phéophycées** (Laminaria, *Fucus*, etc.)
5me classe : **Floridées** (Nemalion, Lejolisia, etc.)
Caractères généraux des Algues.

Groupe physiologique des CHAMPIGNONS.

Types
- Peronospora
- *Peziza*
- *Aecidium*

1re classe : **Phycomycètes** (Monoblepharis, Saprolegnia, Peronospora, *Mucor*, etc.)
2me classe : **Ascomycètes** (*Tuber*, Claviceps, Peziza, etc.)
3me classe : **Basidiomycètes** (Lycoperdon, Agaricus, etc.)
4me classe : **Aecidiomycètes** (états urédinien, puccinien et aecidien)
5me classe : **Ustilagomycètes** (Ustilago, etc.)

États adaptationnels
- **Lichens** (*Collema*, Parmelia, Cetraria, etc.)
- **Moisissures** (*Penicillum*, Aspergillus, etc.)
- **Saccharomycètes** (*Saccharomyces*)

Caractères généraux des Champignons.
Comparaison des Algues et des Champignons.

SCHIZOPHYTES (végétaux dégradés).

Schizophycées (*Oscillaria*, *Nostoc*, etc.)
Schizomycètes (*Bactéries*)

Caractères généraux des Phycophytes

Deuxième embranchement : les **BRYOPHYTES.**

Troisième embranchement : les **PTÉRIDOPHYTES.**

Quatrième embranchement : les **SPERMAPHYTES.**

Chapitre II. — Coup d'œil synthétique sur l'évolution du règne végétal.

TROISIÈME PARTIE.

ÉTUDE SPÉCIALE DES PLANTES ANGIOSPERMES.

Chapitre I. — Histologie.

Définition, genèse et nomenclature des tissus. . . . .

I. TISSUS GÉNÉRATEURS . . . .

Méristème et cambium. . . . .

II. TISSUS PERMANENTS . . . .

§ 1. Système épidermique . . . .

Épiderme : genèse (dermatogène) . . . .

Adaptations:
- Ép. modérateur . . . .
- Ép. aquifère . . . .
- Ép. élaborateur . . . .
- Ép. secréteur. . . . .
- Ép. soutien . . . .
- Coiffe des racines . . . .

Annexes de l'épiderme:
- stomates. . . . . . .
- poils . . . .

§ 2. Système des faisceaux . . . .

Bois. — Composition : trachées, trachéides, vaisseaux (*Bryone*). .

Adaptations dans:
- les lianes . . . .
- les plantes xérophiles . . . . .
- les plantes aquatiques (*Nuphar*) . .
- les arbres (*Peuplier*) . . . . . .
- certains tubercules . . . . . .

Liber. — Composition : Cellules grillagées, cellules annexes (*Bryone*).

Adaptations dans:
- les plantes herbacées. . . . . .
- les arbres . . . .
- certains tubercules . . . . . .

Genèse des faisceaux (procambium) . . . .

Différenciation primaire des faisceaux:
- unipolaires . . .
- multipolaires . . .

Position du cambium et formation des tissus second. (*Bryone*).

Parcours des faisceaux : foliaires, gemmaires, anastomotiques . .

§ 3. Système fondamental . . . .

Genèse : tissu fond. prim. et tissu fond. second. . . . .

Adaptations:
- parenchyme . . . .
- sclérenchyme et collenchyme (*Bryone*) . .
- endoderme . . . .
- suber . . . .

Chapitre III. — Organes de reproduction.

(Sporaison et génération.)

Chapitre IV. — Systématique.

§ 1. Analyse des principales familles et des genres les plus intéressants.

(Voir les *Exercices de Botanique systématique et d'Éthologie.*)

§ 2. Généralités.

Phytographie . . . .

Description et dénomination des plantes . . . .

Taxonomie . . . .

Classification des plantes . . . .
Embranchements, classes, familles, genres . . . .
Espèces Linnéennes et espèces Jordaniennes . . . . . .
Individus, variétés, races. . . . .
Sélection artificielle . . . .
Atavisme . . . .
Hybrides et métis . . . .
Loi de Mendel . . . .
Principe fondamental de la taxomie . . . .
Classifications artificielles . . . .
Classification naturelle . . . .
Méthode dichotomique de Lamarck . . . .
État actuel de la classification. . . . .
De la classification au point de vue philosophique. . . . . .
Doctrine de la fixité des espèces. . . . .
Doctrine du transformisme . . . .
Variabilité (fluctuations et mutations) . . . .
Sélection naturelle . . . .
Hérédité . . . .
Arbre généalogique du règne végétal . . . .

QUATRIEME PARTIE.

NOTIONS DE PHYSIOLOGIE.

Chapitre I. — Fonctions de nutrition.

A. — PLANTES AUTOTROPHES.

Liége, octobre 1907.

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE DU RHIZOMORPHE

DE

L'ARMILLARIA MELLEA VAHL.

PAR

M. Jules GOFFART

PROFESSEUR A L'ATHÉNÉE ROYAL DE HUY.

Contribution à l'étude du rhizomorphe

DE

L'ARMILLARIA MELLEA Vahl.

PAR

M. Jules GOFFART



Je regrette vivement de ne pouvoir reproduire ici l'intéressant mémoire publié sous ce titre par M. Jules Goffart, un de mes anciens élèves, actuellement professeur à l'Athénée royal de Huy. En réimprimant le rapport que j'ai été appelé à présenter sur ce travail à l'Académie royale de Belgique, j'espère pouvoir donner aux lecteurs des *Archives* un aperçu des recherches exécutées sur le curieux rhizomorphe de Longchamps et sur les résultats obtenus par ces recherches. A. G.

Rapport de M. A. Gravis, premier commissaire.

« L'appareil végétatif de certains champignons se présente » sous l'aspect de longues racines et mérite le qualificatif de » rhizomorphe qui lui a été donné. Le mycélium de l'*Armil-* » *laria mellea* Vahl. est un rhizomorphe vivant normalement » sous l'écorce des arbres malades; il émet des prolongements » souterrains qui vont, à plusieurs mètres de distance, envahir » d'autres arbres encore sains. Au parc de Longchamps-sur- » Geer, dans le magnifique domaine du très regretté baron » Michel-Edmond de Selys Longchamps, on fit, en 1900, la

» découverte d'un énorme rhizomorphe d'*Armillaria* qui s'était
» accidentellement développé dans l'eau courante d'un ruisseau.
» Grâce aux conditions spéciales de ce milieu, on put se procu-
» rer des matériaux très favorables aux recherches anatomiques,
» notamment de nombreux sommets végétatifs si difficiles à
» récolter dans les circonstances ordinaires.

» L'étude de ces objets fut confiée à M. Jules Goffart, pro-
» fesseur à l'École moyenne de Leuze. Ce jeune botaniste a su,
» par un examen méthodique et approfondi des matériaux qui
» lui ont été remis et par celui d'autres qu'il a récoltés lui-
» même, apporter une contribution nouvelle à nos connais-
» sances dans un sujet étudié déjà par plusieurs bons observa-
» teurs et par de savants mycologues tels que de Bary et
» Brefeld. Son attention s'est portée principalement sur le
» développement des cordons rhizomorphes et sur les modifi-
» cations que leur structure subit avec l'âge.

» Dans le sommet végétatif, de bonnes préparations du
» méristème ont permis une discussion de la difficile question
» de l'origine de la coiffe, du cortex et de la médulle.

» Dans la région jeune, les éléments se différencient : la
» médulle notamment comprend alors des hyphes primaires et
» des hyphes secondaires de plusieurs sortes. De singulières
» productions superficielles apparaissent et prennent, sur les
» rhizomorphes aquatiques, un accroissement beaucoup plus
» marqué que sur les rhizomorphes végétant dans les conditions
» habituelles.

» Dans la région adulte enfin, la structure n'est nullement
» définitive, comme on était porté à l'admettre jusqu'ici; elle
» subit au contraire d'incessantes modifications. Un cortex
» secondaire se substitue peu à peu au cortex primitif fissuré et
» décortiqué. Le massif central subissant un accroissement
» diamétral continu, ses éléments périphériques entrent succes-
» sivement dans la composition du cortex pour remplacer les
» couches superficielles exfoliées. Les hyphes qui constituent la
» médulle proprement dite sont de diverses catégories : l'auteur
» les décrit successivement et indique leur origine. Outre les

» hyphes végétatives, il a reconnu l'existence d'hyphes de » réserve, les unes étroites à lumen oblitéré, les autres larges » avec ou sans tubérosités échinuleuses.

» Les rhizomophes aquatiques renferment également, » quoique en petit nombre, les hyphes vasculaires analogues à » celles qui ont fourni à notre savant collègue, M. le professeur » Van Bambeke, l'occasion d'observations si délicates et si » intéressantes.

» Dans les conclusions et le résumé qui terminent son travail, » l'auteur énonce très succinctement et d'une façon précise les » résultats obtenus par ses recherches sur l'histogenèse et » l'organisation des rhimozorphes aquatiques comparés aux » rhizomorphes vivant sous terre ou sous l'écorce des arbres. » En plusieurs points, il complète ou rectifie les vues émises » par ses devanciers. En suivant pas à pas le développement et » les transformations de l'organisation des rhizomorphes de » l'*Armillaria*, il a réussi à expliquer les différences d'aspect » que ces rhizomorphes peuvent présenter dans le temps, sujet » incomplètement élucidé jusqu'ici.

» Le manuscrit soumis à l'appréciation de l'Académie est » accompagné d'une vingtaine de figures parfaitement exécutées: » les unes indiquent l'aspect d'ensemble des coupes pratiquées » dans des rhizomorphes de divers âges; les autres fournissent » des détails sur la structure des diverses catégories » d'hyphes.

» Je propose à la Classe des sciences d'adresser à M. J. Goffart des félicitations pour son travail et de décider que celui- » ci sera publié, avec les figures, dans le recueil des *Mémoires* » in-4°. »

Le second commissaire s'étant rallié aux conclusions du rapport ci-dessus, la Classe des Sciences a décidé l'impression du mémoire de M. J. Goffart dans le tome LXII des *Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1903, in-4°.

